

Nya internetbaserade möjligheter inom tillverkningsindustrin

Kalle Koutonen

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för Automationsteknik och IT

Raseborg 2015



EXAMENSARBETE

Författare: Kalle Koutonen

Utbildningsprogram och ort: Automationsteknik och IT, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Datorstödd tillverkning

Handledare: Håkan Bjurström

Titel: Nya internetbaserade möjligheter inom tillverkningsindustrin

Datum: 25.3.2015

Sidantal: 52

Bilagor: 0

Abstrakt

I detta examensarbete definieras begreppen Internet of Things (IoT) samt Lean produktion. Arbetet innehåller en teoretisk del som fördjupar läsaren i Internet of Things, som redogörs från historia till möjliggörande teknik, mellanprogramvara, utmaningar och områden. Lean produktion redogörs från historia till dagens tolkning. Efter det redogörs hur Internet of Things kommer att superladda tillverkningsindustrin, samt hur Internet of Things appliceras till Lean produktion.

Internet of Things, även kallat sakernas internet är ett aktuellt begrepp i dagsläget och handlar om att ansluta saker till internet som kan kontrolleras fjärrstyrt, och fungera som fysiska accesspunkter till internettjänster. Internet of Things kommer att förändra hur produkter uppfinns, tillverkas levereras och säljs. Ledande tillverkare vill ständigt utvecklas. Med hjälp av IoT, IP-nätverk och analys kan tillverkare bli mer effektiva, förbättra säkerheten och erbjuda nya affärsmodeller. IoT hjälper tillverkarna att förbättra resurseffektivitet och avkastning på tillgångarna.

Arbetet innehåller en kvalitativ undersökning där industriföretag intervjuas om sina synpunkter samt adoptering av Internet of Things i sina verksamheter. De intervjuade företagen har inte implementerat IoT i sin verksamhet pga. att de är rädda för säkerheten, de behöver inte IoT i sin verksamhet och för att de inte har tillräckliga kunskaper om det rätt så nya begreppet.

Språk: Svenska

Nyckelord: Internet of Things, Lean produktion, IP-nätverk

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Kalle Koutonen

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Automationsteknik och IT, Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Datorstödd tillverkning

Ohjaaja: Håkan Bjurström

Nimike: Uusia internet-pohjaisia mahdollisuuksia valmistusteollisuudessa

Päivämäärä: 25.3.2015

Sivumäärä: 52

Liitteet: 0

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä määritellään käsitteet Internet of Things (teollinen internet) ja Lean-tuotanto. Työ sisältää teoreettisen osan, jossa syvennyttään Internet of Thingsiin, ja jossa hahmotellaan käsitteen historiaa, sen mahdollistavia teknologioita, väliohjelmistoja sekä haasteita ja alueita. Lean-tuotanto on kuvattu historiasta nykypäivän tulkintaan. Sen jälkeen kuvataan, miten Internet of Things vaikuttaa teollisuuteen, sekä miten Internet of Thingsiä sovelletaan Lean-tuotantoon.

Internet of Things, jota kutsutaan myös esineiden internetiksi, on ajankohtainen käsite joka tarkoittaa asioiden liittämistä internetissä, jolloin asioita voidaan ohjata etänä. Internet of Things muuttaa tuotteiden keksimisen, valmistamisen, kuljetuksen ja myynnin. Johtavat valmistajat haluavat jatkuvasti kehittyä. Internet of Thingsin, IP-verkoston ja analyysin avulla valmistajat voivat tehostaa toimintaansa, parantaa turvallisuutta ja uusia liiketoimintamalleja. Esineiden internet auttaa valmistajia parantamaan resurssitehokkuutta ja tuottoprosenttia.

Tämä työ sisältää laadullisen tutkimuksen, jossa teollisuusyrityksiä haastateltiin heidän näkemyksistään Internet of Thingsistä ja siitä, miten yritykset ovat ottaneet käyttöön esineiden internetin omassa toiminnassaan. Haastatelluista yrityksistä yksikään ei ole ottanut käyttöön esineiden internetiä toiminnassaan. He ovat huolissaan sen turvallisuudesta, he eivät tarvitse sitä tai heillä ei ole tarpeeksi tietoa suhteellisen uudesta käsitteestä.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Internet of Things, Lean tuotanto, IP-verkosto

BACHELOR'S THESIS

Author: Kalle Koutonen

Degree Programme: Automation and IT, Raseborg

Specialization: Design and manufacturing

Supervisor: Håkan Bjurström

Title: New internet-based opportunities in manufacturing industry

Date: 25.3.2015

Number of pages: 52

Appendices: 0

Summary

In this thesis the concepts of Internet of Things (IoT) and Lean Production are defined. The work contains a theoretical part which deepens the reader in the Internet of Things and outlines the history of enabling technologies, middleware, challenges and areas. Lean Production is described from history to today's interpretation. After that there is a description of how the Internet of Things will supercharge the manufacturing industry, and how the Internet of Things is applied to Lean Production

Internet of Things is a recent concept used in situations where things are connected to the internet. These can be controlled remotely and act as physical access points to the Internet services. Internet of Things will change the ways in which products are invented, manufactured, shipped and sold. Leading manufacturers constantly want to develop themselves. By means of IoT, IP networking and analyses, manufacturers can become more efficient, improve the security and provide new business models. The IoT will help manufacturers improve the resource efficiency and the return of assets.

My thesis presents a qualitative study in which industrial companies have been interviewed about their views on adopting Internet of Things in their operations. The companies interviewed have not (yet) implemented the IoT in their operations, because they fear for the safety and think that they do not need IoT in their activities. They do not have sufficient knowledge of the relatively new concept.

Language: Swedish

Key words: Internet of Things, Lean production, IP-network

Innehållsförteckning

1.	INLEDNING.....	1
1.1	SYFTE OCH MÅL.....	1
2.	INTERNET OF THINGS - INLEDNING	2
2.1	INTERNET OF THINGS - HISTORIA	2
2.2	INTERNET OF THINGS - DEFINITION.....	3
2.3	MÖJLIGGÖRANDE TEKNIK	6
2.3.1	IDENTIFIERING	6
2.3.2	MELLANPROGRAMVARA	8
2.4	INTERNET OF THINGS - UTMANINGAR.....	9
2.5	INTERNET OF THINGS - OMRÅDEN	12
2.5.1	SMART WEARABLE (ELLER KROPPSNÄRA TEKNIK)	12
2.5.2	SMARTA HEM.....	13
2.5.3	SMART STAD	15
2.5.4	SMART MILJÖ	16
3	LEAN PRODUKTION - INLEDNING	17
3.1	LEAN HISTORIA	17
3.2	LEAN PRODUKTION	19
3.2.1	DEFINIERA KUNDNYTTA.....	19
3.2.2	IDENTIFIERA VÄRDEFLÖDET FÖR VARJE PRODUKT ELLER PROCESS	20
3.2.3	KONTINUERLIGT FLÖDE UTAN AVBROTT	22
3.2.4	KUNDORDERSTYRNING.....	23
3.2.5	STÄNDIG FÖRBÄTTRING I JAKT PÅ PERFEKTION.....	24
4	NYA INTERNETBASERADE MÖJLIGHETER INOM TILLVERKNINGSINDUSTRIN - INLEDNING	27
4.1	INTERNET OF THINGS I TILLVERKNINGSINDUSTRIN	29
4.2	GRUNDEN FÖR TILLVERKNING MED INTERNET OF THINGS	33
5	LEAN OCH INTERNET OF THINGS.....	34
5.1	ANSLUTEN FÖRSÖRJNINGSKEDJA	35
5.2	SMART-PULL	36
6	UNDERSÖKNING	37
6.1	INTERVJU	37
6.2	FÖRETAGEN	38
6.3	ANALYS.....	39
7	INTERNET OF THINGS I FRAMTIDEN	40
7.1	INTERNET OF THINGS STANDARDER.....	42
8	AVSLUTNING	43
	KÄLLOR	45
	FIGURKÄLLOR	51

TERMER OCH BETECKNINGAR

IoT	Internet of Things, Sakernas internet
Autonomi	Produkter som fungerar självständigt
MCU	Mikrokontroller
DSP	Digital signal processing, Signal processor
RFID	Radio-frequency identification
WPANs	Wireless Personal Area Networks
NFC	Near Field Communication
SOA	Service Oriented Architecture
API	Application Programming Interface, Applikationsprogrammeringsgränssnitt
WSN	Wireless Sensor Networks, Trådlöst sensornätverk

1. Inledning

Detta examensarbete är beställt av Yrkeshögskolan Novia. Internetbaserade möjligheter inom tillverkningsindustrin har utvecklats en hel del under de senaste åren, och kommer att vidareutvecklas i framtiden. "Internet of Things" (IoT) och "smart products" är centrala begrepp som kommer att behandlas i detta arbete. De uppstår i hushåll, stad, miljö, hos människor och i industrin idag, och de förväntas växa explosionsartat i framtiden.

I detta examensarbete definieras Internet of Things, dess nuläge samt framtiden, Lean produktion, internetbaserade möjligheter inom tillverkningsindustrin, samt hur Internet of Things påverkar Lean produktion.

Först definierar jag Internet of Things, sedan Lean produktion, och därefter jämför jag hur de båda används inom tillverkningsindustrin idag och hur de kommer att användas i framtiden. Jag har även undersökt vilka utmaningar det finns med IoT (Internet of Things) och vilka användningsområden det finns.

I examensarbetets kvalitativa undersökning besökte jag företag och intervjuade dem om deras inställning mot Internet of Things, och hur teknologin adopterats/kommer att adopteras i företagen.

1.1 Syfte och mål

Syftet med detta arbete är att undersöka vad det finns för internetbaserade möjligheter inom tillverkningsindustrin, vad Internet of Things är, vad Lean är, hur de påverkar industrin, och hur allting kan se ut i framtiden. Jag tar även upp orsaker som kan förhindra utvecklingen.

Undersökningens syfte är att klargöra hur Internet of Things adopteras samt hur de ställer sig mot begreppet i finska industriföretag. Hur implementeras IoT eller implementeras IoT över huvud taget?

2. Internet of Things - Inledning

”Internet of Things (IoT), även kallat sakernas internet, handlar om att ansluta saker till internet från små föremål som nycklar och smarta klockor till hela fastigheter och produktionslinjer. Det är utan tvekan en teknikutveckling som berör företag i alla branscher, redan idag och ännu mer framöver.” (Marlène Sellebråten, MB, 2014)

Internet of Things (IoT) representerar en vision i vilken internet utvidgas till vardagliga objekt. Fysiska objekt är inte längre fränkopplade från den virtuella världen, utan kan kontrolleras fjärrstyrt och fungera som fysiska accesspunkter till internettjänster. Den nya Internet of Things – erövring, öppnar många möjligheter på marknaden både för ekonomi och individ. (Vs.inf.ethc, 2010, s.1)

2.1 Internet of Things - Historia

Jag kommer senare i mitt arbete att hänvisa till personer som har skapat grunden och byggstenar för att IoT kan möjliggöras i dagens samhälle.

Termen Internet of Things nämndes för första gången år 1999 av Auto-ID Center i MIT (Massachusetts Institute of Technology). RFID (radio-frequency identification) ansågs som en förutsättning för sakernas internet. (Ibmbigdatahub1 2014)

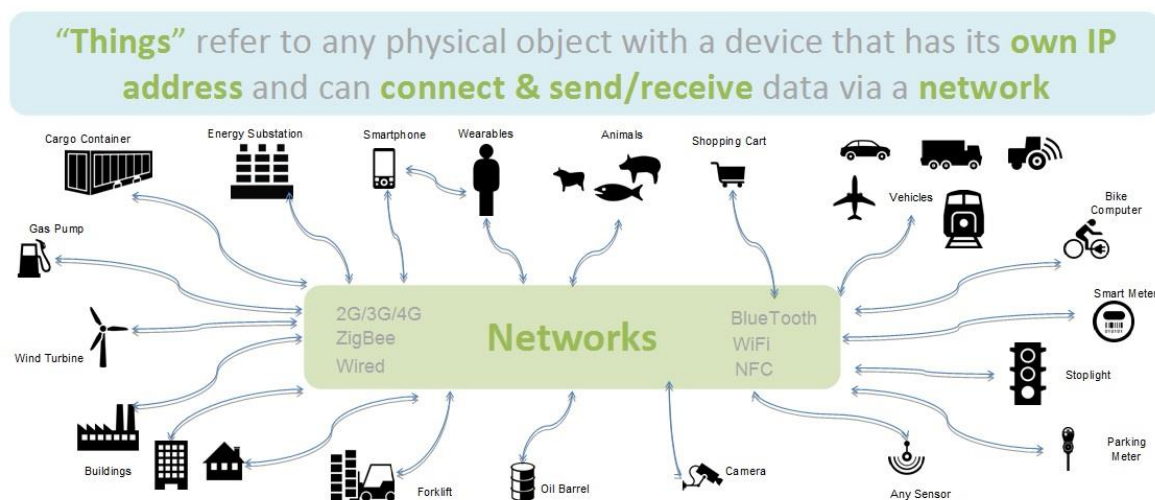
År 2002 sa Kevin Ashton som var en av grundarna till Auto-ID Center vid MIT i Forbes Magazine ”We need an internet for things, a standardized way for computers to understand the real world”. Denna artikel titulerad “The Internet of Things” var den första dokumenterade användningen av begreppet i bokstavlig mening.

Under de senaste åren har termen Internet of Things, spridits snabbt och år 2005 kunde termen hittas i boktitlar. År 2008 hölls den första vetenskapliga konferensen om IoT. År 2009 gjorde EU kommissionen en handlingsplan och såg IoT som en utveckling av internet ”från ett nätverk av sammankopplade datorer till ett nätverk av sammankopplade objekt”. (Vs.inf.ethc, 2010, s.2)

2.2 Internet of Things - Definition

Enkelt förklarat är IoT fysiska objekt ("things") som har sensorer inbäddade i sig som tillåter avkännande, samling och kommunikering av alla typer av data. Dessa anordningar har en IP adress, och är fysiskt uppkopplade eller kopplade trådlöst till internet. Mer avancerade anordningar har ställdon inbäddade i sig som tillåter dem att interagera med andra anordningar, datorsystem och yttre miljön. (Ibmcai, 2014)

De olika fysiska objekten ("things") är m.a.o. olika fysiska enheter som har egenskaper viktiga för människan. De kallas "smart" objekt. IoT egenskaper inkluderar till exempel efterföljning av delar eller paket, övervakning av uppgifter i tillverkning eller mätning av temperaturen i en motor. Som resultat av dessa olika områden består IoT av heterogena uppsättningar av anordningar och kommunikationsstrategier. (Poikolainen, 2012, s.6)



Figur 1. Visualisering om hur olika "saker" är kopplade till nätverk.

IoT utvecklas kontinuerligt med explosionsartad fart. Den följdverkan IoT kommer att ha på världen, kommer att vara stor ända från konsumentapplikationer som hälso- och fitnessmonitorer till smartphone accessoarer och mer industriella applikationer inklusive hem-, byggnads- och fabriksautomation.

IoT har redan påverkat varje aspekt av våra dagliga liv. Anslutningsteknologi har blivit lättare att integrera så att den inte behöver en radiofrekvens eller nätverks-expertis. Mikrokontroller (MCU) är mindre och de använder mindre elektricitet för att aktivera batteridrivna enheter. Processorer och signalprocessorer (DSP) kan leverera den processorkraft som behövs för gateways och även för leverans av dataanalys för brett intervall av applikationer. Batteri och strömhanteringsinnovationer gör att anordningarna kan drivas med mindre batteri och även använda energitillvarotagande för att inte behöva batteri över huvud taget. Till sist ger sensorerna oss mera information än förr och prisen sjunker ständigt. (e2e, 2014)

På grund av de ovannämnda orsakerna integreras processorer, kommunikationsmoduler och andra elektroniska komponenter i vardagliga objekt. Nätverket av internetanslutna objekten skapar Internet of Things.

EU-handlingsplan för Europa anger tre nivåer för att lyfta fram den komplexa naturen av IoT. Första IoT ska ses som infrastruktur bestående av oberoende system som bara delvis är baserade på befintlig infrastruktur. Andra IoT kommer att genomföras i symbios med nya tjänster. Den tredje är kommunikationssätten: sak-till-person och sak-till-sak. Speciellt Machine-to-Machine (M2M) dvs. sak-till-sak kommunikation förväntas att växa mycket. (Poikolainen, 2012, s.7)

Sakernas internet är inte resultatet av en enda ny teknik, utan flera kompletterande tekniska utvecklingar som tillsammans överbygger klyftan mellan den virtuella och fysiska världen. Dessa funktioner inkluderar:

- *Kommunikation och samarbete*: Objekt har förmågan att nätverka med internetresurser, eller med varandra, för att använda sig av data och tjänster och uppdatera deras tillstånd. Trådlösa tekniker som gäller Wireless

Personal Area Networks (WPANs) är av primär betydelse. Dessa är bl.a. GSM, UMTS, Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee och andra trådlösa nätverksstandarder under utveckling.

- *Adresserbarhet*: Objekten kan lokaliseras och adresseras via upptäckt, uppslags eller namntjänster, och därmed fjärrförfrågas eller konfigureras
- *Identifikation*: Objekten är unikt identifierbara. RFID, NFC (Near Field Communication) och optiskt läsbara streckkoder används. Med hjälp av identifiering kan objekten kopplas till information man får från servern gällande det exakta objektet.
- *Avkänning*: Objekten samlar information om sin omgivning med sensorer och spelar in det, skickar det vidare eller reagerar direkt till det.
- *Manövrering*: Objekten manipulerar sin omgivning för inbyggda ställdon (t.ex. genom att omvandla elektriska signaler till mekanisk rörelse). Sådana ställdon kan användas för att fjärrstyra verkliga processer via internet.
- *Inbäddad informationsbehandling*: De smarta objekten har en processor eller mikrokontroller och lagringskapacitet. De används t.ex. för att tolka sensorinformationen.
- *Lokalisering*: Smarta objekten är medvetna om sina fysiska platser, eller kan lokaliseras. Exempel på lämpliga tekniker för detta är GPS eller mobiltelefonnät, ultraljudmätningar, UWB (Ultra-Wide Band) och optiska tekniker.
- *Användargränssnitt*: Smarta objekten kan kommunicera med människor antingen direkt eller indirekt (t.ex. via smartphone). Innovativt interaktionsparadigm är relevant här, såsom materiella användargränssnitt, flexibla polymerbaserade displayer och röst, bild eller gest metoder för erkännande.

De flesta tillämpningar behöver bara en del av dessa funktioner för att genomföra dem alla. De är alla dyra och tekniskt krävande. Dessutom behövs inte alla funktioner vid alla tillämpningar. (Vs.inf.ethc, 2010, s.3)

2.3 Möjliggörande teknik

Till följande presenteras möjliggörande teknik mellan virtuella och fysiska världen.

2.3.1 Identifiering

RFID (radio-frequency identification) teknologi har blivit en ideal teknologi att implementera till IoT, där alla objekt är utrustade med radiotaggare och kan identifieras av smartläsare och datorer. Med denna teknologi är det möjligt att övervaka alla saker i våra dagliga liv. RFID teknologi används idag i busskort, liftkort, betalstationer, pass, bibliotek m.m.

Med RFID teknologi menas användning av trådlös radiofrekvens för att identifiera olika objekt. Varje RFID transponder har sin egen radiofrekvens och sina egna unika identifierare. Denna unika identifierare är överförd med RFID transponders frekvens. RFID taggar består av en transponder som behandlar den fysiska enheten av RFID teknologin och består av en RFID chip och dess antenn. RFID taggar består även av en utfrågare som läser RFID taggens information, och mellanvara som behandlar och filtrerar data och passerar det vidare till RFID läsaren. RFID taggar är oftast passiva dvs. de har inga egna strömkällor. RFID läsaren består av radiofrekvensmodul som fungerar som sändare och mottagare, en styrenhet och ett kopplingselement till transpondern. Ofta har de även gränssnitt för att skicka vidare data. (Abdulakeem, 2012, s.11)

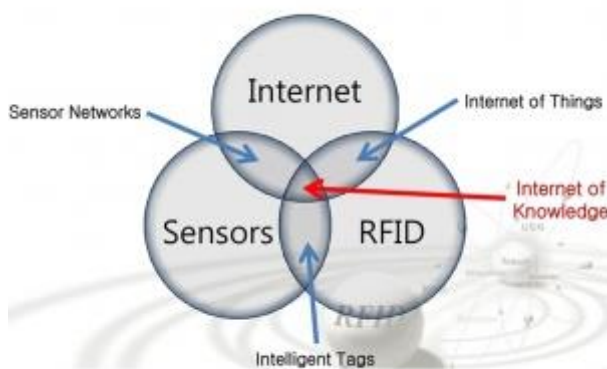
Transpondern är aktiv endast när den är inom funktionszonen av läsaren. Det beror på att transpondern får sin energi via frågesignaler som sänds av läsaren genom elektromagnetisk induktion. Det finns även aktiva taggar med interna strömkällor: semipassiva taggar där batterier driver mikrochipps, men överföringen är driven med tagen energi, och aktiva taggar där batterier driver även överföringen.

Flera olika varianter av RFID system finns till olika ändamål. Systemfunktioner kan vara differentierade på grund av drift typ, mängd data, programmerbarhet, databärarens verksamhetsidé, frekvensområde, dataöverföring och svarsfrekvens. (Poikolainen, 2012, s.10)

Sensornätverk har samarbetat med RFID system i flera tillämpningsscenarier till sakernas internet. Sensornätverk kan öka medvetenheten av en omgivning genom att spåra statusen för saker. Exempel på omgivningsförhållanden som sensornätverk kan övervaka: temperatur, tryck, fukt, fordonstrafik, bullernivåer, närvaron eller frånvaron av föremål, mekaniska stressnivåer.

Ett sensornätverk är konstruerat av tätt utplacerade sensornoder som är belägna inom eller mycket nära det uppmätta fenomenet. Sensornoderna kan placeras slumpvis, men det innebär att sensornätverksprotokollen och algoritmerna måste inneha självorganiserande kapacitet. Sensornoderna är försedda med en ombord processor, så att de kan utföra enkla beräkningar lokalt. På grund av denna förmåga skickar sensornoder endast nödvändig och delvis bearbetad data i stället för rådata.

Trots att sensornätverk har flera positiva sidor som t.ex. flexibilitet, feltoleranser, snabb driftsättning, har de flera negativa skikt i protokollstacken: feltoleranser, pris, skalbarhet, hårdvara, miljö och energiförbrukning. De flesta av dagens kommersiella trådlösa sensornätverk (WSN) är baserade på IEEE 802.15.4, som definierar ett fysiskt och MAC lager för låg effekt, låg bithastighet kommunikation i trådlösa personliga nätverk (WPAN). För att standarden inte inkluderar specifikationerna för högre skikten av protokollstacken, finns det flera problem som gör sömlös integration av sensornoder till internet svårt. Brist på IP-adresser utgör ett problem, eftersom sensornätverk kan bestå av ett mycket stort antal noder. (Poikolainen, 2012, s.10)



Figur 2: Internet of Things möjliggörande teknologi.

2.3.2 Mellanprogramvara

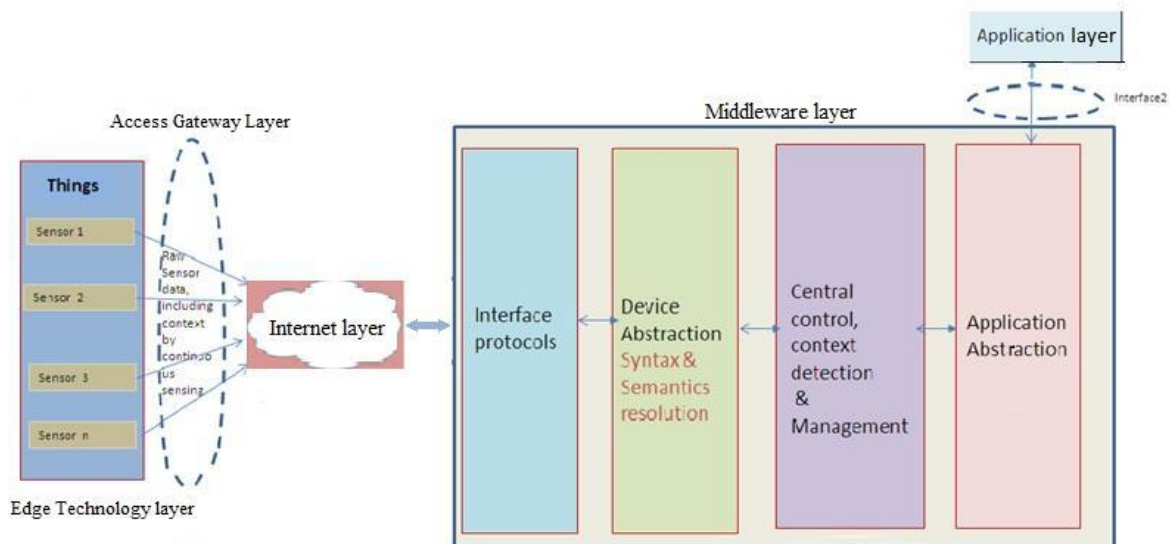
Mellanprogramvaran är ett gränssnitt mellan hårdvara skiktet samt applikationslagret, och denna programvara är ansvarig för att interagera med enheter och informationshantering. Mellanprogramvarans uppgift är att presentera en enhetlig programmeringsmodell för att interagera med enheter och är ansvarig för maskering av heterogeniteten och distributionsproblem som uppstår när vi interagerar med enheter. Med andra ord kan man säga att mellanprogramvaran kontrollerar fysiska enheter genom att dölja deras heterogenitet, dvs. genom att dölja deras olikhet. Oberoende av fysiska enheternas olikhet, fungerar de lika med hjälp av mellanprogramvaran. (Zarghami, 2013, s. 9)

Mellanprogramvarans funktionalitet, för att kunna interagera med en mängd olika enheter, klassificeras i fyra funktionella komponenter:

- *Gränssnittsprotokoll.* Denna komponent är ansvarig för att få systemen kompatibla med varandra. Gränssnittsprotokollet definierar protokoll för utbyte av information mellan olika nätverk som kan fungera baserade på olika kommunikationsprotokoll.
- *Enhetsabstraktion.* Denna komponent är ansvarig för att försörja ett abstraktformat för att underlätta samverkan av programkomponenter med enheter.
- *Central styrning, kontextuppteckning och hantering.* Kontext medvetenhet är viktigt för mellanprogramvaran för att arbeta i smarta miljöer. CCM funktionella komponenten är ansvarig för att stödja kontextmedveten beräkning.
- *Tillämpningsabstraktion.* Denna komponent get ett gränssnitt för både hög nivå applikationer och slutanvändare att interagera med enheter. (Zarghami, 2013, s. 16-18)

Arkitekturer föreslagna för IoT följer ofta "service oriented architecture" (SOA), dvs. tjänsteorienterad arkitektur. Användningen av SOA principer tillåter ändring av komplexa system till ekosystem av enkla komponenter. Trots att SOA används,

finns det inte en allmänt accepterad skiktad arkitektur för IoT, och detta förorsakar problem för mellanprogramvaran. (Poikolainen, 2012, s.12)



Figur 3. Funktionella komponenterna i ett mellanprogramvarusystem.

2.4 Internet of Things - Utmaningar

Liksom annan framväxande IT och nätverksteknik, kommer sakernas internet att möta många hinder. Många företag kommer inte att anta IoT inom en snar framtid p.g.a. många faktorer som t.ex. budgetprioriteringar och risker. Dessa utmaningar kommer att ge nya affärsmöjligheter för teknikföretag, mellanprogramvara-utvecklare, apparatbyggare m.m. Till följande går vi noggrannare igenom utmaningarna för IoT.

- *Edge-teknik.* Eftersom ett IoT-baserat system måste kunna samla tillräckligt med information om den verkliga världen genom att använda många olika enheter och miljöer, måste tekniken för inbäddade enheter, sensorer, ställdon och identifiering ständigt utvecklas. På denna hårdvarunivån krävs det stora forskningsinsatser. Arbete krävs fortfarande för att ansluta heterogena enheter och distribuera dem i IoT-tillämpningar, och för att ge stöd för nya enheter. Framväxande standarder kommer ytterligare att lägga krav på utvecklingen.

- *Nätverksteknik.* IoT nätverken stödjer dubbelriktad kommunikation på olika nivåer bland verkliga objekt, applikationer och tjänster som behövs av IoT-tillämpningar. Denna struktur bör erbjuda samtrafik med låg energiförbrukning, medan distribuerad data kan orsaka integritetsfrågor.
- *Mellanprogramvara-system.* En säker, skalbar och semantiskt berikad serviceinriktad mellanprogramvara bör utvecklas p.g.a. heterogeniteten av enheterna. Det vill säga att en allmän mellanprogramvara bör utvecklas som stöder alla de olika enheterna oberoende deras olikhet. (Zarghami, 2013, s. 9-10)
- *Ankomst och driva.* Smarta vardagsföremål (t.ex. mobila saker) bör inte uppfattas som datorer som kräver att användarna skall konfigurera och anpassa dem till särskilda situationer, utan de skall spontant upprätta anslutningar. De skall organisera och konfigurera sig för att anpassa sig till deras speciella miljö.
- *Interoperabilitet.* Eftersom världen av fysiska saker är oerhört varierande, kommer varje typ av smart objekt att ha olik information, bearbetnings och kommunikationsmöjligheter. Olika smarta objekt utsätts för olika villkor såsom tillgänglig energi och kommunikationsbredden som krävs. Här är det mycket viktigt med vanliga metoder och standarder.
- *Mjukvarans komplexitet.* En omfattande mjukvara infrastruktur krävs på nätverket och på bakgrunds servrar för att hantera de smarta objekten och erbjuda tjänster för att stödja dem.
- *Datavolymer.* Medan vissa applikationer kräver kort kommunikation kräver andra såsom sensornätverk, storskaliga scenarier som innebär stora volymer data på centrala nätverksnoder och servrar.
- *Data tolkning:* Sensordata skall tolkas så noggrant som möjligt och generaliserbara slutsatser från sensordata borde kunna göras.

- *Feltolerans.* Internet of Things måste automatiskt anpassa sig till konstant snabbt och oväntat förändrande omständigheter, och ändå vara pålitlig.
- *Strömförsörjning:* "Saker" flyttar vanligtvis på sig och är inte kopplade till energi källor, så de måste drivas av självförsörjande energi källor. Även om RFID-transpondrar inte behöver sina egna energi källor, är deras funktionalitet och kommunikations intervall mycket begränsade. Batterier och kraftaggregat är i många scenarier problematiska på grund av sin storlek, vikt och underhållsbehov. Strömsnåla processorer och kommunikationsenheter för inbyggda system som fungerar med betydligt mindre energi förväntas i framtiden. Det finns redan några batterifria trådlösa sensorer som kan överföra sina läsningar på några meters avstånd. RFID-system är ett exempel. Energi sparande är en faktor både för hårdvara och mjukvara.
- *Trådlös kommunikation.* Det finns krav på att trådlösa teknologier använder mindre ström. GSM, UMTS, Wi-Fi och Bluetooth är mindre lämpliga än nyare WPAN standarder såsom ZigBee och andra fortfarande under utveckling. (Vs.inf.ethc, 2010, s.7-9)
- *Säkerhet.* När flera enheter ansluts till sakernas internet växer också risken för skadliga sabotageprogram. Fler programskikt, integration mellanprogramvara, API, M2M kommunikation m.m. skapar mera komplexitet och nya säkerhetsrisker. Kontrollering av tillträdet och ägande av data kommer att vara viktiga faktorer inom IoT för att det används huvudsakligen för övervakning och fjärrstyrning med fjärrsensorer. Nya överenskommelser och ramar om Internet of Things unika frågor kommer att utvecklas. Sociala och politiska intressen på detta område kommer också att hindra adoptionen av IoT för privata personer och företag.
- *Utvecklande arkitektur, protokollkrig och konkurrerande standarder.* Rivalitet kommer att uppkomma bland IoT företag. Det kan finnas flera standarder

som utvecklas baserade på olika krav bestämda av enhetsklass, effektbehov, förmåga och användningsområden.

- *Konkreta användningsfall och övertygande propositioner.* Införandet av sakernas internet kommer att bromsas på grund av bristen av tydliga användningsfall. En del tar i bruk IoT på bas av tekniska specifikationer, teoretiska användningsområden och framtida koncept, medan huvudfrågan av människorna behöver välgrundad, kundorienterad kommunikation och svar på frågan "vad har jag för nytta av det". Om kunden vill ha "hela lösningen" av IoT finns det inte detaljerade förklaringar och tekniska detaljer om det. (Kocher, 2014)

2.5 Internet of Things - Områden

Internet of Things produkterna klassificeras stort sett i fem kategorier: smart wearable (eller kropps nära teknik), smart hem, smart stad, smart miljö och smart företag. Smart företagen tas upp i kapitel 4.

2.5.1 Smart Wearable (eller kropps nära teknik)

"Bärbar teknik" är ett hett ämne i dessa dagar. Lösningar som man kan klä på sig är mycket olika när det gäller funktionalitet. De är konstruerade för en mängd olika ändamål för olika kroppsdelar, såsom huvud, ögon, handled, midja, händer, fingrar, ben eller så är de inbäddade i kläderna. (Perera, C. et.al., 2015, s.2)

Kropps nära teknik diskuteras idag ofta i samband med sakernas internet. Eftersom kropps nära teknik ännu i dag är i ett tidigt skede av sin utveckling, finns det många frågor gällande området samt stora förväntningar. Bärbar teknik är armband, klockor, kläder och accessoarer som har inbyggd datoriserad teknik.

Några av de första funktioner som bärbara enheter redan levererar är relaterade till identifiering och säkerhet. En del använder redan sådan teknologi inom jobbet,

där man bär ett märke som fungerar som en bärbar enhet. Märket ger identifikations- och säkerhetsfunktioner inom arbetsmiljön. Märken kan även innehålla funktioner för lokalisering som är användbara i nödsituationer där man t.ex. måste evakuera byggnader.

Hälso- och fitnessorienterade bärbara enheter med biometriska mätningar, såsom hjärtfrekvens, svettning och även komplexa mätningar som syrenivåer i blodet, blir också tillgängliga. Man kan sedan analysera resultaten av de kända, lagrade och spårade biometriska mätningarna, för att t.ex. tidigt konstatera om en förkylning eller influensa är på väg.

Bärbara tekniken kan automatiskt anslutas till enheter i t.ex. hemmet eller bilen. Biometriska mätningarna från bärbara enheten kan automatiskt justera till exempel värme efter mätning av olika slag på bäraren.

Även i bärbara tekniken finns det frågor inom energin och förväntningar på att batterier kommer att utvecklas inom framtiden. Bärbara tekniken kommer att utvecklas inom framtiden och blir en mer integrerad del i IoT i syfte att ge förväntade breda utbud av funktioner. (Mouser Electronics, 2015)

2.5.2 Smarta Hem

Tekniska utvecklingen som möjliggjort tillkomsten av bredband internetanslutningar och utvecklingen av trådlös teknik har nu möjliggjort tillkomsten av smarta hem, som förr har varit bara drömmar för genomsnittliga konsumenten. (Sorrell, 2014)

På grund av stor marknadspotential utvecklas mer och mer smarta hem lösningar med syfte att göra hemmen behagligare och bekvämare. Smarta hem kan även erbjuda lösningar för äldre människor för att hjälpa deras dagliga aktiviteter och hälso-och sjukvårdsövervakning. (Perera, C. et.al., 2015, s.2)

I smarta hem finns det olika egenskaper som man kan anpassa enligt sina egna behov. Man kan bland annat använda rörelsesensorer för att starta smarta strömbrytare så att lampan kopplas på automatiskt när man stiger in i rummet. Man kan också programmera smarta termostater att värma bara de rum folk

använder, och man kan styra med mobiltelefonen de olika applikationerna i hemmet dygnet runt. (Finley, 2015)

Smarta hem skall leverera eller distribuera ett antal tjänster inom och utanför hemmet genom en rad nätverksanslutna enheter. Alla funktioner i ett smart hem är beroende av tillgången av en ständigt tillgänglig bredbandsanslutning. I ett smart hem är flera enheter kopplade till en centralenhet och styrs centralt. De anslutna enheterna i hemmet är sammankopplade och kan dela information med varandra, och det gör dem till en del av IoT. (Sorrell, 2014)

Smarta hem består av smarta saker som är en allmän plattform av hårdvara, sensorer och programvara. Kontextinformation samlas in genom sensorer och tolkas i applikationer där resonemang och handlingar utförs. Exempelvis kan sprinklern i trädgården stängas av om det börjar regna för att spara vatten.

Även röstaktivering är en möjlighet inom smarta hem, man kan installera en röstaktiverad dator som kan utföra uppgifter.

Övriga egenskaper som smarta hem kan ha, är övervakning av miljön, det vill säga temperatur, luftfuktighet och lufttryck. Sensorer samlar information om omgivningen såsom luftfuktighet, CO₂ och temperatur för att kunna reglera bästa möjliga omständigheter. Alla dessa möjligheter inom smarthem möjliggör ett bättre hem och bättre energihushållning. (Perera, C. et.al., 2015, s.3-4)



Figur 4. IoT möjligheter i smarta hem.

2.5.3 Smart Stad

Hälften av världens befolkning bor i städer, som skapar press på varje aspekt av stadslivet. Både privata och offentliga sektorn har investerat i informations och kommunikationsteknik på grund av Smart stad initiativ. En hållbar lösning för de växande utmaningarna måste hittas.

Utmaningar som dagens städer står inför är bl.a. skapande av arbete, ekonomisk tillväxt och hållbar miljö. "Digital urbanism" är ett begrepp som blivit centralt för stadsplanerare, arkitekter och utvecklare. (Perera, C. et.al., 2015, s.4)

Varje stad är ett komplext ekosystem med många delsystem för att få det fungera, såsom arbete, kläder, bostäder, energi, vatten, mat m.m. Internet of Things möjliggör intelligens i stadens infrastruktur genom att objekten känner igen miljön och kommunicerar med varandra. Stora besparingar av slöseri av resurser kan uppnås med IoT i en Smart stad. Det uppskattas att upp till 50 % av vatten i större

städer går till spillo på grund av läckande rör. Internet anslutna sensorer kan upptäcka onödig användning av resurser samt föra justeringar. Bevattningsystem kan avstängas när det regnar, lampor kan slockna när de inte behövs, och läckande rör kan upptäckas direkt.

System som sparar tid, energi och pengar skapas. De existerande systemen fås att arbeta för oss på bästa möjliga sätt. Exempelvis skulle kollektivtrafiken fungera bättre om IoT vore implementerat i det, busspassagerare skulle kunna se i förtid bussens realposition för att undvika tidsslöseri vid hållplatsen eller missa bussen.

Bilister får aktuell information om var den närmaste lediga parkeringsplatsen finns, vilket sparar tid och bränsle. Denna information kan minska trafikstockningar och föroreningar. (Phakade Pawar)

2.5.4 Smart Miljö

Miljön utvecklas kontinuerligt och mer och mer nätverk av sensorer och ställdon ansluts. I en Smart miljö kan många olika typer av mätningar utföras. Det finns system som tillåter ett sensorsystem mäta halter av kolmonoxid (CO) kväve dioxid (NO₂) utanför sina hem. Sådan information är relaterad till luftföroreningar i tätorter.

Vattenkvaliteten kan mätas med ett sensor nätverk som placeras i vattenvägar. Sensorerna samlar information såsom: vattenflödets rörelse och hastighet, temperatur och vattenföroreningar.

Naturkatastrofer kan även övervakas med hjälp av sensorer som upptäcker bl.a. vibrationer. Dessa system kan hjälpa att förutspå naturkatastrofer som jordsbävningar och skogsbränder.

Smart miljön sträcker sig även till "Smart Farming". Det innebär ett miljökunnande system som övervakar viktiga villkor under växtsäsongen. Bevattnings sker med rätt mängd vatten vid rätt tillfälle. Kontextinformation som aktuella temperaturer och markfuktighetsförhållanden uppmäts för att nå bästa möjliga resultat. Även inom Smart Miljö är ett av huvudsyften att göra besparingar inom vatten och energi. (Perera, C. et.al., 2015, s.5)

3 Lean produktion - Inledning

Lean är ett produktionssätt som strävar efter resurssnål produktion som baserar sig på det japanska Toyota Production System (TPS). TPS spridde sig till västvärlden och fick begreppet Lean produktion eller bara Lean. I mitt examensarbete kommer jag att redogöra hur Lean nu och i framtiden implementeras i tillverkningsindustrin.

3.1 Lean historia

Toyota Motor Company startades år 1937 av Kiichiro Toyoda. Han reste till USA till det redan år 1903 av Henry Ford grundade bolaget Ford Motor Company för att studera deras massproduktionssystem. Ford Motor Company införde som den första i världen löpande bandets princip i tillverkningen av T-Ford. Den fungerade som förebild för biltillverkare över hela världen. Ford Motor Company fungerade enligt principer som grundades på stordriftsfördelar och Kiichiro Toyoda insåg att Japan inte hade resurser för att bygga bilar enligt samma principer. Han anpassade Fords produktionssystem till den japanska marknaden och lösningen blev ett system som var resurssnålt och flexibelt. Överproduktion förekom inte, utan exakt så stora kvantiteter som beställdes av kunden producerades. Leveransen och emottagningen av betalningen skedde innan de egna leverantörerna skulle betalas, vilket ledde till att fortsatt expansion alltid var möjlig på grund av kapitalöverskott. (Anderson et.al., 2004) hämtad 9.2

Begreppet Just-In-Time (JIT) uppstod ur detta fenomen. JIT grundprincipen är att eliminera alla onödiga åtgärder, slöseri och fel, samt påskynda handläggningstider. JIT skall även minska serier och varulager, förbättra kvaliteten och förkorta eller eliminera väntetider. I produktionskedjan måste rätt komponent finnas vid rätt plats vid rätt tidpunkt och i rätt kvantitet. Med andra ord kan man säga att varan skall levereras vid exakt rätt tidpunkt, inte före och inte efter. (Logistiikkamaailma.fi)

Efter andra världskriget hade Japan brist på teknologi och maskiner pga. att den industriella utvecklingen låg efter utvecklingen i västvärlden. Japan hade brist på

råmaterial och resurser, vilket ytterligen ledde till Toyotas fokusering på flödeseffektiviteten. (Enkvist R, 2012)

Toyota Production System (TPS) utvecklades när Eiji Toyoda, Taiichi Ohno, kusiner till Kiichiro Toyoda, och inhyrda konsulten Shigeo Shingo utarbetade tillsammans efter andra världskriget ett koncept, vilket skulle reducera eller eliminera allt spill i produktionen. (Anderson et.al., 2004)

TPS har tre önskade resultat:

1. kunden skall få högsta möjliga kvalitet med lägsta kostnaden så snabbt som möjligt.
2. de anställda skall få arbetstillfredsställelse, anställningstrygghet och rättvis behandling.
3. TPS skall ge företaget flexibilitet att reagera på marknaden, uppnå vinst genom kostnadsminskningsaktiviteter och långsiktigt välstånd. (Enkvist R, 2012)

Toyota Production System (TPS) bygger på att de anställda försöker kontinuerligt förbättra sina processer och procedurer för att uppnå bästa möjliga kvalitet, förbättra effektiviteten och eliminera slöseri. I TPS satsar man på total kvaliteten och att hela tiden utbilda samt informera personalen. (Toyota.com, 2015)

TPS blev i mitten av 1970- talet ett av världens mest effektiva produktionssystem, och ledde till stora framgångar för Toyota. Besökare från västvärlden reste till Japan för att studera Toyotas produktionssystem, och fann att det som skiljde sig mellan TPS och västerländska produktionssystem var relationen mellan ledningen och anställda. Japanska anställda hade ansvar för sina arbetsuppgifter, de arbetade med belöning, samförstånd och engagemang. Japanska anställda fick komma med förslag om förbättringar.

Lean Manufacturing, Lean production eller bara Lean är alltså en västerländsk tolkning av den japanska TPS. Begreppet Lean skapades av Daniel T. Jones,

James P Womack och Daniel Roos. De lancerade begreppet i boken "The Machine That Changed The World". Massachusetts Institution of Technology (MIT) gjorde i slutet av 1980-talet en stor undersökning om bilindustrins utveckling i Japan, och boken som publicerades 1990 var resultatet av detta. (Anderson et.al., 2004)

3.2 Lean Produktion

I dagens samhälle har Lean tillämpats i ett stort antal olika branscher och sammanhang. Lean production eller att "bli Lean" syftar till att på ett systematiskt och genomtänkt sätt minska slöseriet av resurser i verksamheten och fokusera på kundorientering. Enligt forskarna Jones och Womack baserar sig "Lean thinking" på fem grundläggande principer: 1) definiera kundnytta, 2) identifiera värdeflödet för varje produkt eller process, 3) kontinuerligt flöde utan avbrott, 4) kundorderstyrning och 5) ständiga förbättringar i jakt på perfektion. Jag redogör för dem i denna ordning till följande.

3.2.1 Definiera kundnytta

Endast en liten del av den totala arbetstid och ansträngningarna i en organisationer skapar värde till slutkunden. Genom att tydligt definiera värde för en specifik produkt eller tjänst ur slutkundens synvinkel, kan all icke-värdeskapande verksamhet borttas. Man måste definiera exakt vad det är som kunden vill ha, inte vad man tror att produkten är, utan vad värdet är i kundens ögon. Det är ju värde som kunden uttryckligen är beredd att betala för, men studierna visar att vi höjer värdet på produkten eller tjänsten bara 5 % av vår tid. Resten av tiden går åt till olika faser; bl.a. vi väntar, omarbetar, transporterar och flyttar produkten. M.a.o. funktioner kunden inte vill betala för. (Leanmanufacturingtools.org, Lean thinking)

Man skall även se arbetslag som utför arbete till varandra som interna kunder, och även företagsledningen kan se sina anställda som kunder. Produkternas och

tjänsternas kvalitet avgörs slutligen av kunden. Definiering av kundvärde bör beaktas i hela verksamheten ända från början av planeringsfasen. (Anderson et.al., 2004)

Quality Function Deployment (QFD) är ett verktyg som kan användas som hjälpmedel när man skall definiera vad exakt kunden ser som värde. I QFD kartlägger man detaljerat kundens krav, önskemål och behov, och sedan jämförs kartläggningen med den egna produkten för att se vad som behöver förändras. QFD uppnås genom att länka behoven hos slutanvändaren till delsystem eller specifika delar av produktframtagningsprocessen - från design och utveckling till konstruktion, tillverkning och tjänster. Visuella representationer av marknadens behov är viktiga komponenter i QFD och grafer och matriser är vanligtvis utplacerade för att följa processen. Produkten anpassas alltså efter kunden och inte tvärt om. Med hjälp av QFD minskar antalet omarbetningar, returer och efterarbeten. (Rouse, 2012)

Företagets ledning har en central roll vid implementering av Lean. De bär ansvaret för att tillräckliga resurser finns för att utföra förbättringar, de skall se till att implementeringen av Lean tas på allvar, visa gott exempel och leda i form av lagarbete. Bristerna skall ses som områden med förbättringspotential och ledningen skall lyssna på förbättringsförslag av alla medarbetare. (Anderson et.al., 2004)

3.2.2 Identifiera värdeflödet för varje produkt eller process

Värdeflödet är alla steg och processer som krävs för att få en viss produkt från råvara till färdig produkt i händerna på kunden. Analyseringen av hela flödet av en produkt kommer nästan alltid att avslöja stora mängder avfall och sekvenser som inte ger mervärde. Detta kallas ofta processutveckling. Värdeflödesanalys visar nästan alltid tre typer av steg som förekommer längs värdeflödet: 1) steg som skapar värde, 2) steg som inte skapar något värde, men är oundvikliga på grund av nuvarande teknik, produktionsmetoder eller tillgångar samt 3) steg som inte skapar något värde och kan undvikas omedelbart när det finns möjligheter. För att

bli riktigt Lean måste hela företaget analysera och förbättra värdeflödet i sin helhet. (Lean-timer.com)

En optimal process borde innehålla 100 % värdeskapande aktiviteter. Dock ligger många processer långt från detta. Ofta är det bara 5 % som är värdeskapande aktiviteter, 35 % som inte är värdeskapande, men dock nödvändiga aktiviteter, och 60 % är icke värdeskapande aktiviteter. Ett sett att öka värdeskapande aktiviteter i processen är enstycksflöden. Med enstycksflöde menar man att en produkt i taget går igenom varje aktivitet i processen utan avbrott. Detta orsakar att inga väntetider uppstår. Motsatsen till enstycksflöde är batch-tillverkning. Batch tillverkning innebär att ett bestämt antal produkter går igenom en process tillsammans, och detta system skapar väntan mellan olika aktiviteterna. (Anderson et.al., 2004)

En värdeflödesanalys är en viktig faktor för att bli Lean. Den består av en process i fyra steg, som avslöjar slöseri samt hur man skall effektivisera sin tillverkningsprocess. Först identifieras processen eller systemet som skall analysera. Följande steg är att kartlägga processen från början till slut, den visar nuvarande flödet av material och information. Man skall identifiera exempelvis ledtider, antal arbetare per operation, bearbetningstider, partistorlekar och hur stor del av processtiden är värdeskapande. Till sist när man har skapat en tydlig bild av nuläget, skall man beskriva hur processen skulle kunna förbättras. Man diagnostiserar problem och föreslår förändringar. (Wmep.org)

Flödesschemat blir nu resurssnålt och flödet blir effektivare. Det är kundordervolymer som bestämmer takten på flödet av produkterna inom processen. Nu är resursutnyttjande optimalt samt så få produkter som möjligt är i arbete samtidigt. I sista steget besluts hur förändringarna skall genomföras, och sedan implementeras de. Förändringarna skall regelbundet följas upp för att se hur förändringarna har förbättrat processen, och nya värdeanalyser bör utföras för att utvärdera hur implementeringen av förändringarna har lyckats. Fördelar med värdeflödesanalysen är bland annat att man identifierar var i processen slöseri av resurser uppstår, och risken för suboptimeringar minimeras.

Värdeflödesanalyser bör utföras kontinuerligt i tillverkningsprocesser för att uppnå bättre resultat. Toyota säger att företagen bör göra värdeflödesanalyser minst sju gånger på samma process för att bli skickliga. (Wmep.org, Värdeflöde)

3.2.3 Kontinuerligt flöde utan avbrott

Den ovan nämnda värdeflödesanalysen effektiverar processerna medan den tredje principen strävar efter ett kontinuerligt jämnt flöde. Hela produktionsprocessen skall löpa utan avbrott, eftersom avbrott i produktionen orsakar resursslöseri med både tid och produktionskapacitet. Med hjälp av jämn belastning kan man undvika avbrott i produktionen och ett jämnt flöde minskar risken för mellanlager och onödiga väntetider.

Traditionella företag tror att effektivitet uppnås bara man håller alla sysselsatta. Arbetet fungerar bättre när man fokuserar på produkten och dess behov, sin egentliga arbetsuppgift, snarare än att fokusera på organisationen och utrustningen. Idealt skall all verksamhet för att producera produkten förekomma i ett kontinuerligt flöde. (Anderson et.al., 2004)

Till följande presenteras verktyg för att uppnå belastningsutjämning.

Poka Yoke (ポカヨケ) är ett japanskt begrepp som skapades av Shigeo Shingo. Poka Yoke är en enkel idé som eliminerar defekter, det vill säga gör det omöjligt att göra fel. Verktöget syftar till att förhindra fel innan de uppstår. (Greg, 2009)

Om ett fel uppstår under produktionen, orsakar det ett avbrott i det kontinuerliga flödet. Exempel på metoder för felsäkring är att eliminera felmöjligheter, man tar bort och byter ut farliga eller riskabla moment, man har redundanta system, dvs. reservsystem, i fall av att huvudsystemet inte fungerar, eller så felsäkrar man anordningarna. Det innebär att man har anordningar där det inte går att göra fel. Sådana kan vara kontakter som går att koppla på bara ett sätt (t.ex. USB koppling). (Anderson et.al., 2004)

Kanban (かんばん(看板)). Kanban-kort är beställningskort som möjliggör att inte fler produkter än nödvändigt är i produktion samtidigt. Det betyder att mellanlagren minskar. I korten specificeras produkt, kvantitet, kund och leverantör, och med dem beställer man till sin arbetsstation de resurser man behöver. Denna produktion skapar ett sug i de tidigare leden i processen. (Radigan, D)

Det är kundens krav som bestämmer takten på produktionen. Produktionen skall inte ske i snabbaste möjliga takt, utan rätt takt. I så kallad taktstyrd produktion ligger fokus på kundens behov och inte på produktionens hastighet. Lean siktar på att kundens behov blir tillgodosett i tid. I taktstyrd produktion är produktionen synkroniserad, det vill säga alla aktiviteter i linan går i samma hastighet. Alla produkter går till nästa station samtidigt. Linan anses vara balanserad när alla stationer tar lika lång tid.

Till sist nämner jag självstyrande lag och automation som medel för att nå felfritt kontinuerligt flöde i produktionen. Automation innebär att människa och maskin separeras. (Anderson et.al., 2004, s.5-6)

Med noggrant kalibrerad automation är det möjligt att minimera fel i produktionen. Vidare i examensarbetet berättas om vilka möjligheter automationen har tillsammans med IoT, och hur det ökar produktionen.

3.2.4 Kundorderstyrning

Lagren är en av de största förlustsfaktorerna i alla system. Lagren tar upp plats, de kräver transport och äter kapital. Därför strävar Lean efter att man sätter igång produktionen först efter att kunden har beställt produkten, det vill säga man använder kundorderstyrning. Med kundorderstyrning är det möjligt att stora variationer mellan de producerade enheterna förekommer. Om kunden beställer t.ex. en bil, får han välja färg, motorstorlek och fälgar. Det betyder att produkten kundanpassas, dvs. kunden får det vad han beställer. Detta gynnar företaget,

eftersom problem med lagerhållning och överproduktion reduceras. (Leanblitzconsulting.com, 2012)

3.2.5 Ständig förbättring i jakt på perfektion

När företaget börjar implementera Lean i sitt system, inser ledningen att det inte finns något slut på processen. I Lean pågår kontinuerligt förbättring. Till följande presenterar jag verktyg och metoder för att uppnå en effektiv och organiserad fortlöpning i processen. (Lean-timer.com)

Kaizen (改善) betyder ständig förbättring. Kaizen innebär att alla bör göra förbättringar. Några grundprinciper är bl.a. att goda processer leder till goda resultat, man bör arbeta som ett team, alla beslut som görs, baseras på fakta. En av de mest anmärkningsvärda funktionerna i Kaizen är att resultat uppstår av små förändringar som ackumulerats över tiden. (Kaizen.com)

5S är 5 aktiviteter som syftar till att förbättra arbetsplatsens standardisering och organisation. Resultaten är bland annat: förbättrad kvalitet, förbättrad säkerhet, minskade lagringskostnader och förbättrad arbetsmoral och arbetsmiljö. (Anderson et.al., 2004, s.7)

5S kommer från japanska och kan på svenska översättas till:

1. *Sortera*: Rengör arbetsområdet, behåll det som är nödvändigt eller flytta annanstans, kasta det som inte behövs. Saker som behövs t.ex. nära maskinerna placeras där. Saker som sällan används, placeras i en verktygshylla eller på ett gemensamt ställe.
2. *Strukturerar*: Ordna sakerna på arbetsområdet så att de är lätta att hitta, returnera de använda sakerna tillbaka på deras rätta plats, för att effektivera produktionen och minska tiden det tar att söka efter dem. En användbar metod är att alla saker har sin egna plats.

3. *Städa*: Rengör arbetsplatsen, ta hand om utrustningen och arbetsområdet. Man skall städa varje dag efter att arbetsdagen är slut så att det bli till en rutin.
4. *Standardisera*: Av alla metoder skall man välja ut den bästa metoden och använda konsekvent den. Man gör alla arbetsområden likadana, standardiserar så att procedurerna är uppenbara och instinktiva. Det leder till att defekter lätt upptäcks.
5. *Självdisciplin*: Man gör dessa ovannämnda aktiviteter naturliga och instinktiva genom utbildning och kommunikation, så att man upprätthåller ordning. Alla anställda skall följa dessa aktiviteter utan att de behöver övervakas, och de skall själva ta ansvar. (Wmep.org, 5S)

Till sist nämns slöseri. Enligt Lean skall de sju punkter av slöseri, identifierade av Taiichi Ohno, minimeras. Slöseri av resurser är icke värdeskapande i processerna.

1. *Överproduktion*: Man producerar för mycket för tidigt. Överproduktion leder till höga lagernivåer, varorna blir svåra att sälja och/eller tappar värde. Man skall tillverka bara det som krävs när kunden behöver/beställer produkten (JIT).
2. *Väntan*: Att vänta är ett slöseri, väntan stör flödet. Man strävar efter att minimera väntetider t.ex. när en maskin går sönder.
3. *Mellanlager*: Mellanlager kan orsaka slöseri. Lager kostar pengar för att man har kapital bundet i lagren i form av råmaterial, halvfärdiga produkter eller färdiga varor. Varorna kostar att ha på lager ända tills man säljer dem. Förutom direkta kostnader för lagret finns det många indirekta, t.ex. sakerna måste paketeras och transporteras, och produkterna kan bli föråldrade eller bli skadade.

4. *Transporter*: Att transportera material från en plats till annan är ett slöseri och skapar inget värde för produkten. Transportkostnaderna uppstår som en följd av anställning av personal för transporter av material/produkter samt av transportmedlen.
5. *Onödiga förflyttningar*: Exempel på onödiga förflyttningar är sträckor mellan arbetsstationer. Förflyttningarna såsom gångavstånd och sträckningar i arbetsmomenten är inte värdeskapande och bör minimeras.
6. *Felaktiga produkter*: Felaktiga produkter skapar stora kostnader i fall av att de behöver bytas ut eller omarbetas, de slösar material och resurser och skapar pappersarbete. Genomförande av Poka Yoke system och automation förhindrar uppståendet av defekter. Det är bättre att förhindra defekterna så gott som möjligt hellre än att försöka upptäcka dem.
7. *Onödiga processer*: Onödiga processer är icke värdeskapande och kan se mycket olika ut. De kan vara till exempel olämpliga metoder, man gör samma arbete flera gånger, överstor utrustning, kontroller, processer som inte behövs av kunden och suboptimeringar. (Leanmanufacturingtools.org, 7 slöseri)

Trots att man följer de fem principerna i Lean thinking, betyder det inte ändå att man efter en engångssatsning för att anpassa sin verksamhet, är Lean. Det finns alltid mer att göra för att optimera flöden! En Lean organisation måste kontinuerligt upprätthållas på grund av att omvärlden ständigt förändras. Efterfrågan på olika produkter varierar över tiden, och av de nya krav kunderna ställer.

4 Nya internetbaserade möjligheter inom tillverkningsindustrin - Inledning

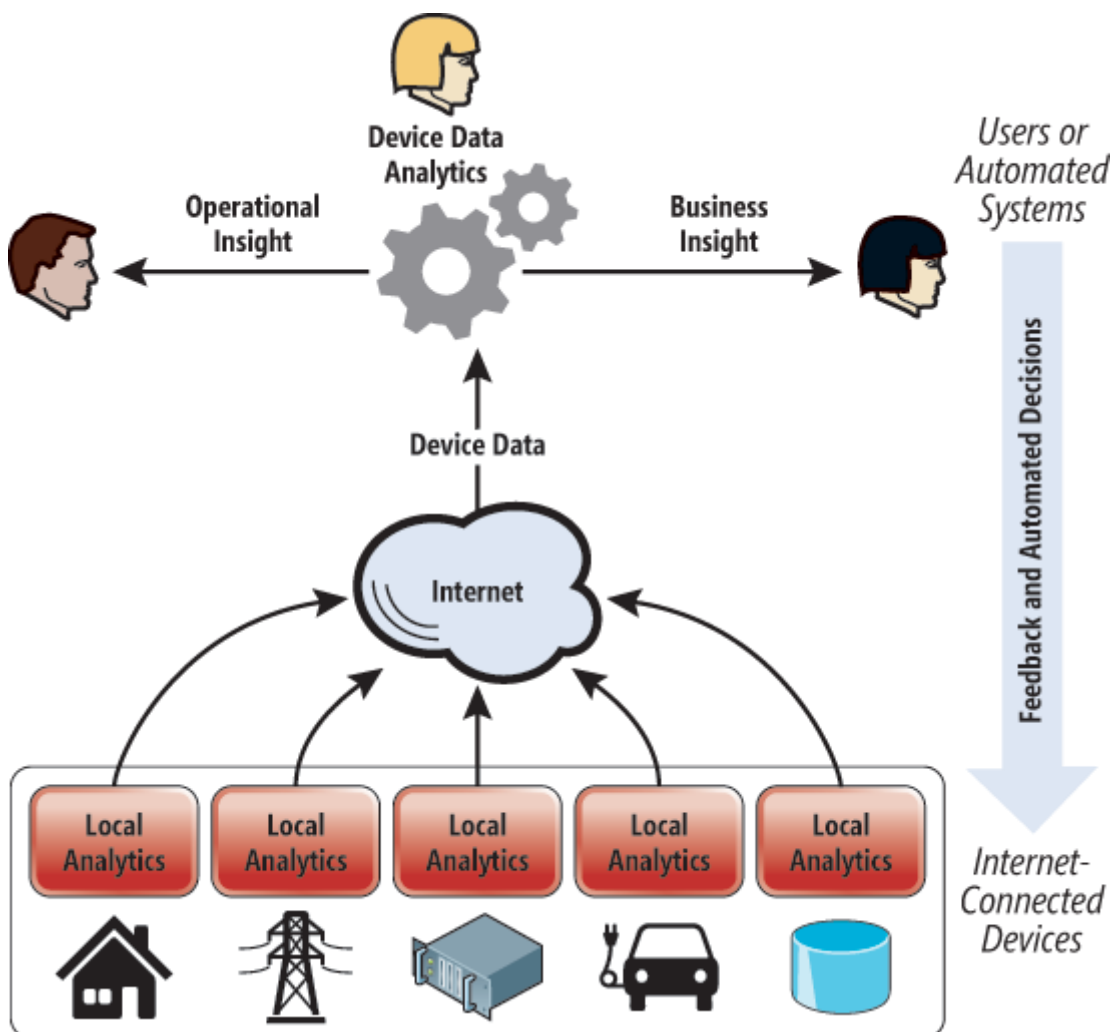
Generellt är företags IoT lösningar utformade för att stödja infrastruktur och mer allmänna ändamålsfunktioner i industriella platser, såsom uppkoppling och ledning.

Sedan industriella revolutionen har tillverkningen varit av enorm betydelse för länder och företag. År 2012 skrev tidningen "The Economist" att vi går in i den tredje industriella revolutionen, som är baserad på digitalisering av tillverkningen "Smarter Manufacturing" (Smartare Tillverkning). (Economist.com, 2012)

Enligt en undersökning gjord av American Society for Quality (ASQ) december 2013, använder bara 13 procent av de tillfrågade tillverkarna smart tillverkning i sin organisation. Av de tillfrågade upplevde 82 % ökad effektivitet, 49 % upplevde färre produktfel och 45 % upplevde ökat kundnöje. (Prweb.com, 2013)

Utvecklingen och antagandet av sakernas internet är kritiskt för smartare tillverkning. Trots att tillverkningsföretag har i årtionden genomfört sensorer och datoriserad automation, är Programmerbara styrsystem (PLC), ledningssystem, sensorerna och PC-baserade styrenheterna bortkopplade från IT- och verksamhetssystem. Denna äldre struktur skiljer sig mycket från den öppna, högt anslutna IP-nätverksstrukturen som spelar en stor roll i Internet of Things värden. Utmaningar inom tillverknings- och industriella marknader orsakas av övergången till mer öppna nätverksarkitekturer och delning av data av IoT, men kombinationen av IoT, Big Data, och M2M optimering kommer att tillbringa möjligheter. I tillverkningen har produktionsutrustningens uppgradering, där industriella standard sensorer, styrenheter och nätverk förekommer, har inte varit billiga eller lätta att genomföra på grund av dyra priser. Men höga kostnadsminskningar för styrenheter och sensorer har förekommit efter tillväxten av IoT på konsumentensida. Nu när kostnaderna för industriell standard smarta sensorer med IP-kommunikation och inbäddade styrenheter faller, kommer dessa lösningar att implementeras i hela tillverkningsindustrin och nya områden. IoT kommer att påverka tillverkningsindustrin hårt. Den uppsamlade data från sensorerna kommer

att kommuniceras till fabrikschefen, programvarusystem, golvarbetarna och många aspekter i försörjningskedjan. (Cisco.com, 2014,s.2-3)



Figur 5. Med det insamlade data från smarta objekten får man insyn till att göra smartare beslut.

4.1 Internet of Things i tillverkningsindustrin

"Industry 4.0" kallas resultatet av att nya typen av standardnätverksarkitektur med "smarta tillverkningssystem" ansluter tidigare distinkta produktion och affärsdomäner. I "Industry 4.0" förenar internetbaserade tillverkningsnätverken fabriksgolvet med företagsbaserade system och beslutsfattare. (Davenport, K, 2013)

"Industry 1.0 var uppfinningen av mekanisk hjälp, Industry 2.0 var massproduktion, uppfunnen av Henry Ford, Industry 3.0 förde elektronik och styrenheter till verkstadsgolvet och Industry 4.0 är P2P-nätverk kommunikation mellan produkter, system och maskiner." – Stefan Ferber, direktör för affärsutveckling av IoT vid Bosch Software Innovations.(Arm.com, 2013, s.8)

Internet of Things kommer att förändra hur produkter uppfinns, tillverkas, levereras och säljs. Ledande tillverkar vill ständigt utvecklas. Med hjälp av IoT, IP-nätverk och analys kan tillverkare bli mer effektiva, förbättra säkerheten och erbjuda nya affärsmodeller. IoT hjälper tillverkarna att förbättra resurseffektivitet och avkastning på tillgångarna. (Cisco.com, 2014,s.9)

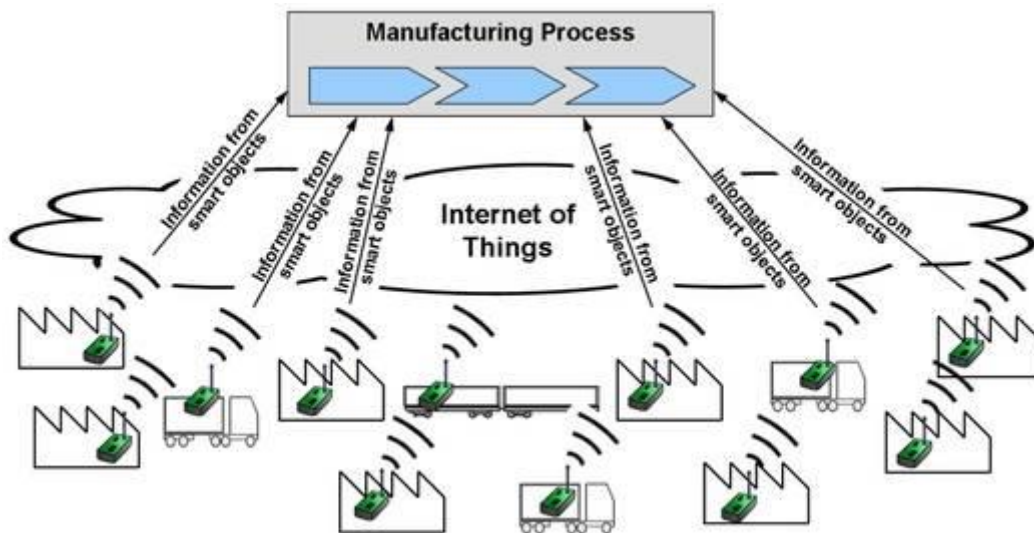
Industry 4.0:s grundprincip är sakernas internet och smart tillverkning. Intelligent nät längs hela värdekedjan som kontrollerar och kommunicerar med varandra självständigt, kan skapas av tillverkare. Detta innebär att man inte längre behöver ingripa lika mycket i operatörernas arbete. (Cisco.com, 2014,s.3)

En IoT vision är att maskinerna i fabriken självständigt förutser fel och aktiverar underhållsprocesser, snarare än att lita på underhållspersonalen och övervakning. Ett annat exempel är oväntade förändringar i produktionen som självorganiserad logistik reagerar på. Sådana ändringar kan vara t.ex. flaskhalsar och materialbrist. Teknik för att leverera automatiserade, effektiva och dynamiska tillverkningsprocesser kommer att användas av tillverkarna.

Nytt värde kommer att levereras av IoT genom att ansluta:

- *Människor:* Med hjälp av de anslutna sensorerna får man en mycket djupare syn i fabriksverksamheten och flödet i försörjningskedjan än man tidigare nått. Anställda får rätt information vid rätt enhet vid rätt tid med hjälp av IoT i tillverkningen, och detta förbättrar verksamheten. Ny programvara som är mycket billigare än anpassade system, tillåter fabrikscheferna att få tillgång till uppgifter inom systemet. Sådana uppgifter kan vara bl.a. varningar från diverse platser, linjeeffektivitet och utrustningens effektivitet.
- *Process:* Först implementeras IoT i fabriken för att få insyn i specifika synlighets- och försörjningsproblem. Därefter kommer tillverkarna att möjliggöra snabbare informationsflöde, beslutsfattande och marknadsrespons. M2M kommunikation möjliggör nya nivåer av automation. Maskinerna kan självständigt bestämma om det är lämpligt att utföra en specifik funktion, eller om den ska den göras senare eller någon annanstans. Systemet maximerar företagets drifttid och minimerar fel och repetition av processer.
- *Data:* RFID-läsare, videokameror och sensorer är exempel på fysiska föremål som kommer att bli anslutna till varandra med hjälp av internet. IoT ändrar enhetstyperna som kommer att kopplas till företagets system, och nya typer av data kommer att skapas. IoT sakerna kommer att insamlas och analyseras av Big data bearbetning och analyseras antingen på plats eller i molntjänster. Med hjälp av det insamlade data kan människor och maskiner göra mer relevanta och värdefulla beslut. (Cisco.com, 2014,s.4)

Internet of Things kommer att förändra industriella företag radikalt. Stora och små mängder data kommer att överföras av maskiner och apparater, och smartare beslut kan göras. IoT, Big data analys och IP-nätverk kommer att hjälpa tillverkarna att förlänga sina tillgångarslivslängd, minimera energiförbrukningen och optimera effektiviteten. Smart tillverkning kommer att underlätta materialbehovsplanering (Material Requirements Planning, MRP), tillverknings-resursplanering (Manufacturing Recourse Planning, MRPII) och tillverkningsutförande system (Manufacturing Execution System, MES).



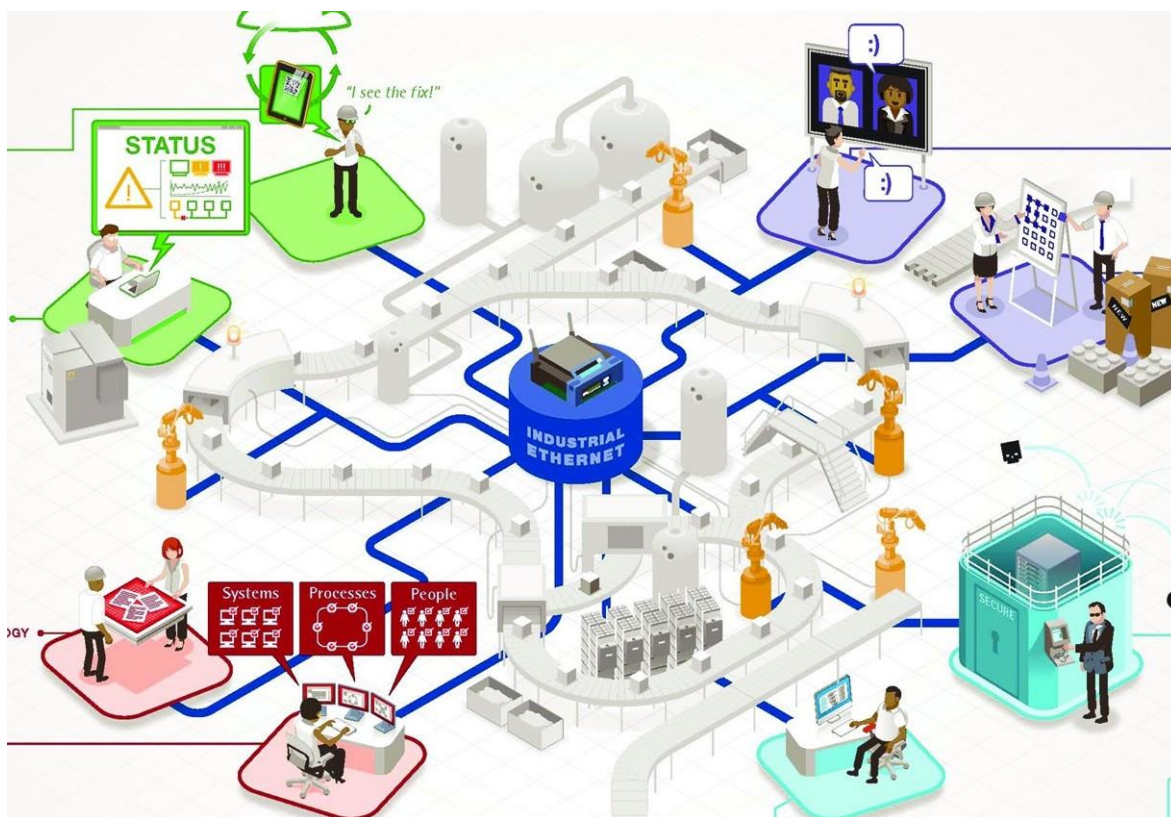
Figur 6. Information insamlad från smarta objekten gör tillverkningsprocessen mera dynamisk och bättre fortlöpande.

Internet of Things kan påverka processförbättringar genom t.ex.

- *Fabrikssynlighet:* Beslutsfattare kan göra bättre och snabbare beslut med den information IoT data och IP-näten samlar in från fabriksgolvet. De kan övervaka effektiviteten vid varje maskin och lättare förbättra den. Istället för att vara anknuten till kontrollrum kan personalen få realtidsinformationen på fabriksgolvet och samarbeta mer effektivt. Synligheten kommer att sträcka sig utanför företaget till leverantörer och tredjepartsleverantörer av tjänster, kapitalvaror och förbrukningsvaror. Med hjälp av ökad synlighet och fjärrövervakning kan tredje parten involveras i drift och underhåll av produktionsanläggningen, och detta gynnar affärsrelationerna mellan tillverkare och leverantörerna. Som exempel kan leverantörer övervaka varulager och underhåll kan övervaka delar, service och förbrukningsvaror. (Cisco.com, 2014,s.5-6)
- *Automation:* Med hjälp av IoT och IP-nätverk är det möjligt att ansluta allt inom anläggningen och ge uppkoppling och informationsfördelning på flera platser och affärsnätverk. Med ett fullständigt anslutet maskineri och system kan tillverkarna automatisera arbetsflöden och underhålla och optimera produktionssystemet utan mänskligt ingripande. Programvaran kan automatiskt justera maskineriet om de upptäcker avvikelser från acceptabla

intervall. Sådana avvikelser kan vara bl.a. temperaturer, fuktnivåer och fläkthastigheter.

- *Förebyggande underhåll:* Övervakning av utrustningens skick blir lättare med implementering av IoT. Sensorerna mäter och skickar information om utrustningens kondition. Om maskinen skall fungera inom ett visst temperaturintervall, anmäler sensorerna när temperaturen avviker, och på detta sätt kan man förebygga fel. Med hjälp av IoT kan tillverkare förbättra den totala utrustningens effektivitet och minimera felen. (Cisco.com, 2014,s.7)
- *Energihushållning:* Energi är ofta en av de största driftskostnaderna i många industrier och med hjälp av IoT och automation kan man uppnå kostnadsbesparingar. Man kan utföra kostnadseffektiva mätningssystem för att optimera energianvändningen i enskild produktionsverksamhet och hela försörjningskedjan. Exempelvis kan man automatisera HVAC (Heating, Ventilation & Air Conditioning) system, som justerar värme, ventilation och luftkonditioneringen. (Rauker, 2014)



Figur 7. Smart tillverkning.

4.2 Grunden för tillverkning med Internet of Things

Till följande tar jag kort upp fyra tekniker som ger grunden för smart tillverkning:

- *Nätverk:* Ett standardiserat IP-centrerat nätverk som möjliggör alla enheter inom en anläggning att kommunicera med både operativa och företags affärssystem krävs.
- *Säkerhet:* En av de största orsakerna varför smarta fabriker inte skapas är IT-säkerhet. Olika typer av säkerheter måste inbyggas såsom nätverkssäkerhet för att säkert transportera data, fysisk byggnadssäkerhet, hårdvarukryptering och säker fjärråtkomst till systemet. Säkerhetssystemet måste även klara av varierande och hårda miljöförhållanden i fabriken. (Cisco.com, 2014,s.8)
- *Big data:* Big data är en term som används för att beskriva den exponentiella tillväxten och tillgången till både strukturerade och ostrukturerade uppgifter. Nya Big data behandlingsverktyg möjliggör lättare analysering, lagring och effektiv användning av data. Med nya verktyg kan man analysera realtidsdataströmmar som förebygger effektivare problemlösningar. (Davenport, 2013)
- *Programvarusystem:* Nya programvarusystem måste implementeras för att kunna hantera det mångsidiga data från en mängd olika sensorer. Programvarusystemen måste kunna översätta information från den fysiska världen till en form som kan användas av människor och maskiner. (Cisco.com, 2014,s.8)

Här nämns kort några steg till implementering av IoT i företaget:

- *Maskineriet:* Man behöver inte ersätta det existerande maskineriet för att kunna börja med implementeringen av IoT i sin verksamhet, utan man kan bygga på sina existerande IT-tillgångar

- *Små ändringar:* Sakernas internet börjar med att identifiera en viktig plats, produktionslinje eller process som man vill göra förändringar i. Sedan gör man små förändringar som har stor inverkan. Man kan till exempel ansluta robotar på fabriksgolvet för att skapa en produktionslinje med mer kontinuerlig drifttid, lägga temperaturgivare för att mäta utrustningens miljöbelastning o.s.v.
- *Rörlighet:* Med insamlade data kan man reagera snabbare på konkurrens, kundernas efterfrågan, förändrade marknadsförhållanden och konkurrens. Man kan även ändra sin produktionsverksamhet, hitta billigare material och ändra underhållsschemat med det insamlade data. Genom att förenkla hur maskinerna arbetar tillsammans är det lättare att få ut nya produkter på marknaden snabbare.
- *Förvandla företaget:* Med tillverkningen av smarta produkter kan man även erbjuda mervärdestjänster hellre än enbart nya intäkter. Man skall kontinuerligt sträva efter förbättringar på basen av analytiska insikter skapade av produkter på marknaden, kundinteraktioner, sociala nätverk mm.(Microsoft, 2014)

5 Lean och Internet of Things

Internet of Things kommer att superladda tillverkningsindustrin. Tony Winter från QAD Inc, säger att, "Genom att fånga större datavolymer, kommer vi att se mönster vi inte sett förut att köra nästa nivå av effektivitet inom anläggningen, tillverkningsprocesser, och i hela leveranskedjan".

IoT kommer att öka tillverkningseffektiviteten inte bara genom att ge mer exakta utbuds- och efterfrågeprognoser, men också förbättringar i förebyggande underhåll. Six Sigma kommer att superladdas med hjälp av IoT i Lean. (Lee, M, 2014)

Finjustering av Lean strategier och justering av maskineriet i farten kan möjliggöras med det data IoT skapar. När IoT är implementerat i fabriken kan man med hjälp av det insamlade data hålla koll på utrustningens brukstid och

utnyttjandegrad, vilket underlättar hållandet av produktionen på optimal nivå. IoT påverkar också lager och hela leveranskedjan genom att man får realtidsdata med vilken man kan optimera verksamheten. Genom att uppfölja stora mängder data kan man avslöja mönster som kan förutse potentiella fel eller gynna fördelningen av resurser på ett mer optimalt sätt.(Stackpole, 2014)

”Förebyggande underhåll kommer att förändras med implementering av sakernas internet. Alla gör förebyggande underhåll baserat på genomsnittlig-tid-till-fel analys, men med IoT kan man bokstavligen lyssna på suset av turbinerna och vet efter frekvens om de är kondition och måste fixas. Det har en betydande inverkan på kostnaderna.” – Josh Greenbaum, VD för Enterprise Applications Consulting.(Greenbaum, J, 2014)

Six Sigma strävar efter att eliminera defekta produkter i tillverkningen. Med hjälp av IoT kan man utföra Six Sigma med mycket stor data, vilket leder till bättre processtyrning och mindre variationer i produkterna. Man kan justera processen i realtid hellre än att inspektera maskinen i slutet, och det leder till minskat skrot. (Lee, M, 2014)

Industriföretag som har *Kanban* system för att fylla på hyllor och lådor har verkstadsarbetare för att utföra denna arbetsuppgift. I en automatiserad IoT värld kunde Lean företagens hyllor och lådor fyllas automatiskt av maskiner som flyttar de behövda varorna från lagret till produktionslinjen. Systemet vet redan vad som händer, så den utför ordern självständigt utan mänsklig inblandning.(Piatkowski, 2014)

5.1 Ansluten försörjningskedja

Just in Time (JIT) tillverkning kommer att underlättas med hjälp av IoT och IP-nätverk. Tillverkare får en bättre förståelse av försörjningskedjans information som kan levereras i realtid. Genom att ansluta produktionslinjen kan alla parter förstå materialflödet och tillverkningscykeltider. IoT system kan skapas för uppföljning av lager och rapportering av produkter och delar som rör sig genom leveranskedjan. IoT-system kan också ge realtidsinformation till redovisningsfunktioner och

fakturering. Realtidsinformation hjälper tillverkarna att förhindra problem innan de uppkommer, minska kapitalkraven och sänka lagerkostnader. (Cisco.com, 2014,s.7)

Varje tillverkad produkt kommer att ha ett öde, det vill säga när produkten tillverkas, kommer den att kodas med sin berättelse; vart den far, när den kommer att komma dit, vilken komponent den kommer eventuellt att hamna i, vilken färdig produkt den kommer att bli del av. Detta leder till att produkten alltid kan följas upp från tillverkning till slutlig destination, den har en funktion och den kommer inte att stanna på lagerhyllan.

Om det finns en plats för allt och allt är på sin plats, kommer man att fungera så Lean som möjligt. Detta underlättar Just in Time tillverkning och revolutionerar kvalitetskontroll.(Switzer-Kruss, 2013)

5.2 Smart-Pull

De traditionella metoderna för Lean tillverkning kretsar kring Pull-strategier, där leveranskedjan, produktion, inköp och distribution är baserade på efterfrågan. Man tillverkar varan på beställning av kunden. Motsatsen till Pull-strategier är Push, som är baserat på prognoser. Genom att lägga till intelligens till Leans tillverkningsprocesser kallas det Smart-Pull.

En Pull-plattform som samlar all information om alla funktionella områden av tillverkningens verksamhetsstyrning, måste anskaffas. Den stora mängd realtidsdata som skapats av smarta enheter kan användas för att skapa insikter och analyser.

Smart-Pull system minskar ledtider och lager medan den samtidigt förbättrar effektiviteten.(Thomas, 2014)

6 Undersökning

I mitt examensarbete har jag gjort en undersökning om adoptering av Internet of Things i finska företag. Undersökningen definierar de intervjuade företagens inställning till IoT, hur de har implementerat det i sina företag, och/eller kommer de att göra det.

Jag har använt mig av intervjuer, dvs. en kvalitativ metod, för att samla in och tolka informationen från företagen. Kvalitativ metod innebär att man samlar in och tolkar informationen i form av ord, medan kvantitativ undersökning använder siffror.

Som intervjuform har jag använt mig av semistrukturerad intervju, dvs. samtalet är inriktat på bestämda ämnen jag valt i förväg. Den intervjuade personen fick öppet diskutera mina intervjufrågor med mig. (Dalen, 2007, s.27-31)

För att få olika synpunkter och åsikter, är intervjupersonerna valda från industriföretag av olika storlekar. Under intervjun är diskussionen öppen, men styrs delvis av intervjuaren, m.a.o. mig.

De huvudsakliga frågorna var: Är Internet of Things ett bekant begrepp för er? Använder ni er av IoT i er verksamhet? Kommer ni att adoptera IoT i er verksamhet i framtiden? En öppen diskussion följde efter varje fråga. Ibland var jag tvungen att förklara hela begreppet.

6.1 Intervju

Jag har intervjuat personer i fyra industriföretag för att kunnat tolka och jämföra deras inställning mot Internet of Things i sina verksamheter. Av de fyra intervjuade företagen är en i Helsingfors, en i Hangö, en i Lojo och en nära Ekenäs. Jag har besökt alla företag personligen och i varje företag har jag personligen intervjuat intervjupersonerna. De fyra industriföretagen varierar från små företag till internationella stora företag.

På grund att jag inte vill avslöja affärshemligheter kommer jag att presentera företagen som Företag 1, 2, 3 och 4.

I resultaten redogör jag kort för svaren de intervjuade personerna gav.

6.2 Företagen

Företag 1.

I Företag 1 som befinner sig i Hangö intervjuade jag produktionschefen.

Företag 1 implementerar inte IoT p.g.a. rädslan av utomstående hot. Företaget är rädd för att utomstående personer skulle kunna komma in i deras system och göra ändringar som kunde ha drastiska resultat. Företaget kommer inte heller i framtiden att adoptera IoT i sin verksamhet.

Företag 2.

I Företag 2 som befinner sig i Lojo intervjuade jag en person som jobbar som VD.

Detta industriföretag kommer inte i första hand att prioritera IoT eftersom de inte har brist på produktion, och de väntar på att implementeringen av IoT skall bli billigare. De har så pass bra kontroll över maskinerna att de inte behöver implementera IoT i produktionen. En annan orsak är att maskinerna inte är så långt automatiserade att IoT vore möjligt att förbättra produktionen.

Företag 3.

I Företag 3 som befinner sig i Helsingfors intervjuade jag chefen för service utveckling.

Här implementeras inte IoT i tillverkningen eftersom produkterna de tillverkar är skräddarsydda till kunden. Företaget massproducera inte. En stor del av arbetet görs för hand och kan inte automatiseras. Dock kan företag i tillverkningsindustrin skicka data till ett annat bolag de samarbetar med så att de kan bearbeta det.

Företag 4.

I Företag 4 som befinner sig nära Ekenäs intervjuade jag chefen för logistik och inköp.

Företag 4 håller fast vid sina hemligheter och har lite kunskap inom IoT. Om det ger mervärde till kunderna är de intresserade i att adoptera sakernas internet i framtiden. Företag 4 har sitt egna interna skräddarsydda programvarusystem.

6.3 Analys

I analysdelen analyseras informationen från intervjuerna som är relaterad till examensarbetets syfte och teorin används som stöd.

Syftet med intervjuerna var att undersöka hur företagen är inställda mot Internet of Things, hur de redan använder det, och hur de i framtiden kommer att använda det.

Företagens inställning till Internet of Things stöder bra teorin jag undersökt. Ingen av de intervjuade företagen har implementerat IoT i sin verksamhet av olika orsaker. Huvudorsakerna var att företagen har lite kunskap inom IoT, de är rädda för säkerheten och de ser inte någon orsak till att implementera IoT i sin verksamhet.

Sakernas internet är ett relativt nytt begrepp, och har inte ännu blivit adopterat av allmänheten. Det finns massor av stora utmaningar som gör adoptionsprocessen långsammare.

Av utmaningarna (Kap. 2,4) är säkerhet en stor förhindrande faktor. Företagen vågar inte sätta sina data på internet pga. risken för skadliga sabotageprogram och utomstående hot. Ett annat hinder är brist på konkreta användningsfall, det finns inte ett tydligt svar på frågan "Vad har jag för nytta av det?". Största delen av företagen behöver välgrundade, detaljerade förklaringar och tekniska detaljer. Som tidigare sagt, är IoT ett relativt nytt begrepp och alla har inte ens hört talas om begreppet och ännu färre har kunskap inom området.

I de intervjuade företagen kom jag fram till att de inte haft något behov av implementering av IoT i sina verksamheter. Det beror på att deras tillverkningsfabriker är små, inte så långt automatiserade eller så hade de brist på kunskap.

Företag 1 är långt automatiserat och där skulle man kunna implementera IoT, men de gör inte det p.g.a. risken av utomstående hot.

Företag 2 har liten produktion och liten fabrik. Deras arbete görs långt av maskiner, men anställda behövs delvis vid varje system. Fabriken är inte tillräckligt automatiserad för att man skulle kunna övergå till smart tillverkning.

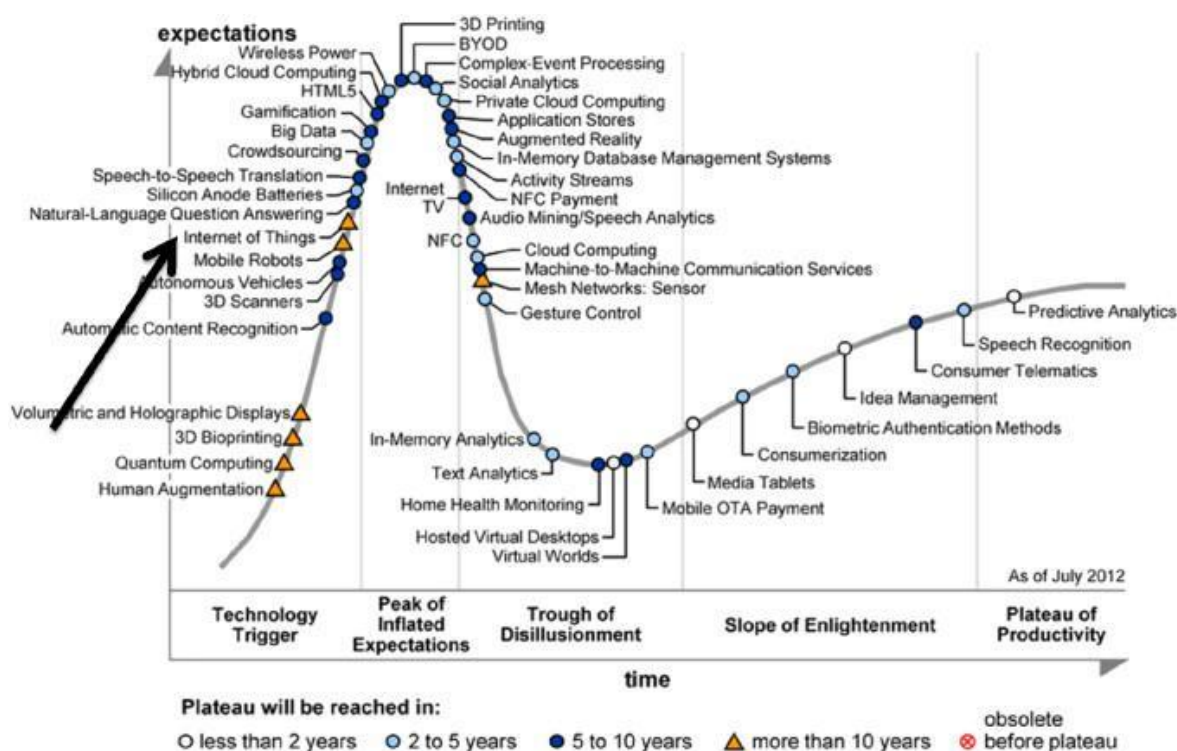
Företag 3 är ett stort internationellt företag, men de har komplicerade skräddarsydda produkter så tillverkningen kan inte automatiseras. Tillverkningen går långt ut på att anställda gör manuellt arbete med stöd av maskiner. När tillverkningen inte kan automatiseras kan inte man skapa smart tillverkning.

I Företag 4 skulle man kunna implementera IoT i tillverkningen för att förbättra produktionen, eftersom tillverkningen är långt automatiserad. Orsaken till varför detta inte gjorts är brist på kunskap inom området. Företaget hade knappa kunskaper om begreppet Internet of Things. Efter att jag bekanta dem med begreppet, sade de att de gärna skulle adoptera IoT om det skapar mervärde åt kunden.

7 Internet of Things i framtiden

Internet of Things har utvecklats från att för 10 år sedan varit ett okänt koncept till ett sofistikerat nätverk av enheter och maskiner. Cisco Systems uppskattar att ca 12,1 miljarder internetanslutna enheter var i bruk i april 2014, och den siffran väntas växa till över 50 miljarder år 2020. Cisco Systems konstaterar att ca 100 saker i sekunden ansluts till internet dagligen, och år 2020 är siffran 250 st. Eventuellt kommer IoT att omfatta ca 99 % av alla objekt, som för tillfället omfattar cirka 1,5 biljoner saker.(Greengard, 2014)

Internet of Things formar allting från moderna affärstillverkning till marknadsföring, och mycket har redan förändrats, och mycket kommer att förändras. Industriella Internet (det globala nätverket som ansluter människor, data och maskiner) hade potential på 10-15 biljoner \$ till globala BNP i de två kommande decennierna rapporterar Cisco Systems.



Figur 8. Förväntningar på hur Internet of Things kommer att utvecklas.

General Electric (GE) planerar att investera 1 miljard \$ i utvecklingen av industriell internetteknik och applikationsutveckling för att göra kunderna mera produktiva. IoT kommer att bidra till uppkomsten av ekonomiska möjligheter.

Fler organisationer och regeringar distribuerar internetaktiverad teknik i olika branscher och IoT nystartade företag och projekt får statlig och privat finansiering för att bygga arkitekturen för att möjliggöra IoT baserade tjänster runt om hela världen.(Nayak, 2014)

I punkt 2.4 tog ja upp utmaningar som sakernas internet står inför som måste bearbetas för att företag skall våga implementera IoT i sin verksamhet. Dessa IoT specifika utmaningarna var: Edge-teknik, nätverksteknik, mellanprogramvarasystem, ankomst och driva, interoperabilitet, mjukvarans komplexitet, datavolymer, data tolkning, feltolerans, strömförsörjning, trådlös kommunikation, säkerhet utvecklande arkitektur, protokollkrig, konkurrerande standarder, konkreta användningsfall samt övertygande propositioner.

Slutmålet är att ha "Plug n 'Play" smarta objekt som kan placeras ut i alla miljöer med en samverkande ryggrad som tillåter dem att koppla upp sig med andra smarta objekt runt dem. För att detta mål kan uppnås spelar standardisering av protokoll och frekvensband en central roll. (Gubbi et.al., 2013)

En annan framtidsfråga för IoT är att vill människorna faktiskt vara kopplade till internet? Den frågan handlar om integritet och övervakning. Alla önskar inte bli analyserade och bokförda för allt de gör. En annan sak som kan anses vara negativ är att i framtiden kan människor förlora sina jobb på grund av maskinernas "smarthet".(Wass, 2012)

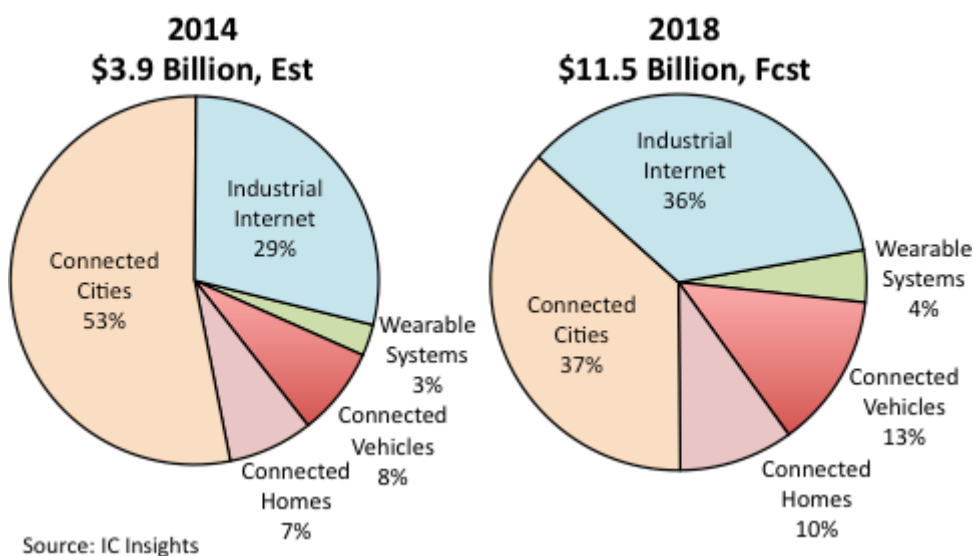


Figure 9: Diagram på hur IoT är delat till olika områden, och hur delningen kan se ut år 2018.

7.1 Internet of Things standarder

Standarder behövs för att teknologin skall vara kompatibel, t.ex. bör IoT teknologi tillverkad i Japan fungera med IoT teknologi tillverkad i USA.

I utvecklingen av standard fokuserar man på design som stöder en del olika tillämpningar. Standardisering skall även stödja kraven på olika tillämpningsområden, såsom industrisektorer, enskilda medborgare, miljö och samhälle.

EPCglobal (Electronic Product Code global) och ETSI (European Telecommunications Standards Institute) standarderna är sakorienterade,

eftersom de båda distribuerar arkitekturer som använder en gateways mellan tillämpningen och internet domäner. IETF-standard (Internet Engineering Task Force) betonar en internetbaserad uppfattning som säger att komplexa gateways inte behövs mellan proprietär protokoll och standard IP.

EPCglobal standard är de ända i produktion och har tagits i mest i bruk. De är skräddarsydda för försörjningskedjans förvaltning (supply chain management) och andra lika former av applikationer. Av de nämnda standard är EPCglobal den ända som definierar en hel infrastruktur för programdistribution.

ETSI standard anger en arkitektur och krav för M2M kommunikation, och IETF anger närverksstandard anpassade till all potentiell användning.(Poikolainen, 2012, s.29-30)

8 Avslutning

Internet of Things är en oundviklig sak som redan är här, och kommer att växa i framtiden. IoT kommer att superladda vår tillverkningsindustri, och superladda Lean produktionen i tillverkningsindustrin. IoT är fysiska objekt ("things") som har sensorer inbäddade i sig som tillåter avkännande, samling och kommunikering av alla typer av data. Dessa anordningar har en IP adress, och är kopplade både med tråd, och trådlösa nätverk till internet. De olika fysiska objekten ("things") är alltså olika fysiska enheter som har egenskaper viktiga för människan. De kallas "smart" objekt.

Sakernas internet, som ännu har blivit adopterad i bara liten skala, men gett goda resultat, kommer att adopteras av allmänheten i framtiden. När implementering av IoT blir lättare och billigare, kommer allt fler människor att ta det i bruk.

Huvudsyftet med IoT är att göra våra liv lättare. Vardagliga händelser kan göras automatiskt eller fjärrstyrt. Med ständigt utvecklande teknik som RFID-sensorer och sensornätverk är det möjligt att lättare göra bättre IoT system. När existerande mellanprogramvaran förbättras och följer standarder blir det möjligt att lättare skapa IoT system som är kompatibla med varandra.

Det finns många utmaningar som IoT står inför. Några av dessa är: interoperabilitet, säkerhet och strömförsörjning. Dessa utmaningar löses

kontinuerligt av företag, och när dessa utmaningar segrar blir adoptionen av IoT lättare.

Internet of Things produkterna klassificeras stort sett i fem kategorier: smart wearable (eller kroppsnära teknik), smart hem, smart stad, smart miljö och smart företag.

Med hjälp av IoT i Lean går det att noggrant optimera och övervaka tillverkningseffektiviteten, man ser lätt var det finns flaskhalsar, och var förbättringar kan göras. IoT i Lean kommer att superladda *Six Sigma* som minskar defekterna och möjliggöra en helt ansluten försörjningskedja som hjälper tillverkarna att förhindra problem innan de förekommer, minska kapitalkraven och sänka lagerkostnader.

Enligt en undersökning gjord av American Society for Quality (ASQ) december 2013, använder bara 13 % av de tillfrågade tillverkarna smart tillverkning i sin organisation. Av de tillfrågade upplevde 82 % ökad effektivitet, 49 % upplevde färre produktfel och 45 % upplevde ökat kundnöje.

Internet of Things har utvecklats från att för 10 år sedan varit ett okänt koncept till ett sofistikerat nätverk av enheter och maskiner. Cisco Systems uppskattar att ca 12,1 miljarder internetanslutna enheter var i bruk i april år 2014, och den siffran väntas växa till över 50 miljarder år 2020. Cisco Systems konstaterar att ca 100 saker i sekunden ansluts till internet dagligen, och år 2020 är siffran 250 st. Eventuellt kommer IoT att omfatta ca 99 % av alla objekt, som för tillfället omfattar cirka 1,5 biljoner saker.

Företagens inställning till Internet of Things stöder bra teorin jag undersökt. Ingen av de intervjuade företagen har implementerat IoT i sin verksamhet av alternativa orsaker, men huvudorsakerna var att de hade lite kunskap inom det, de är rädda för säkerheten och de ser inte någon orsak till implementeringen av IoT.

Sakernas internet är ett relativt nytt begrepp, och har inte ännu blivit adopterat av allmänheten. Det finns massor av stora utmaningar som gör adoptionsprocessen långsammare.

Dock har man optimistiska förväntningar om Internet of Things i framtiden och man tror att allmänheten kommer att adoptera det. Sakernas internet förväntas att revolutionera världen såsom vi nu känner till den.

Källor

Abdulakeem, O. 2012. *Internet Of Things A Rfid Temperature Smartsensor*

Tillgänglig:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/47230/Odunmbaku_Abdulakeem.pdf?sequence=1 Savonia University of Applied Science, Examensarbete. Hämtad: 3.2.2015

Andersson, J & Jeswani, A & Jonshammar, M & Landberg, P & Murukesvan, A & Nashed, N. 2014. *Lean Production*.

Arm.com. 2013. *The Internet Things Business Index A quiet revolution gathers pace* Tillgänglig:

http://www.arm.com/files/pdf/eiu_internet_business_index_web.pdf Hämtad: 20.2.2015

Cisco.com. 2014. *"Building Smarter Manufacturing with the Internet of Things (IoT)"* Tillgänglig:

http://www.cisco.com/web/solutions/trends/iot/iot_in_manufacturing_january.pdf Hämtad: 20.2.2015

Dalen, M. 2007. *Intervju som metod* Malmö: InterGraf AB

Davenport, K. 2013. *How Internet of Things Will Change Industry* Tillgänglig:

<http://www.industrial-ip.org/en/industrial-ip/internet-of-things/how-the-internet-of-everything-will-transform-industries> Hämtad: 20.2.2015

Davenport, T. 2013. *Big Data in Big Companies* Tillgänglig:

http://www.sas.com/content/dam/SAS/en_us/doc/whitepaper2/bigdata-bigcompanies-106461.pdf Hämtad: 9.3.2015

Economist.com. 2012. *The third industrial revolution* Tillgänglig:

<http://www.economist.com/node/21553017> Hämtad: 20.2.2015

E2e.ti.com. 2014. *The Internet of Things – A World of Possibilities* Tillgänglig:

http://e2e.ti.com/blogs_/b/connecting_wirelessly/archive/2014/05/04/iotweek-overview Hämtad: 28.1.2015

Enkvist, R. 2012. *Implementering av Lean Processer, 5 S och standardisering*

Tillgänglig:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/43491/Enkvist_Ronny.pdf?sequence=1 Hämtad: 9.2.2015

Finley, K. 2015. *The Internet of Anything: The Startup Bringing the Smart Home to Apartment Renters* Tillgänglig:

<http://www.wired.com/2015/02/iotas/> Hämtad: 11.2.2015

Greenbaum, J. 2014. *VD för Enterprise Applications Consulting* Tillgänglig:

<http://searchmanufacturingerp.techtarget.com/feature/loT-big-data-could-fine-tune-lean-manufacturing> Hämtad: 12.3.2015

Greengard, S. 2014. *A Brief History of the Internet of Things* Tillgänglig:

<http://www.baselinemag.com/networking/slideshows/a-brief-history-of-the-internet-of-things.html> Hämtad: 12.3.2015

Greg. 2009. *Poka-Yoke | you can't go wrong* Tillgänglig:

http://www.thetoyotasystem.com/lean_inventions/poka_yoke-you-can%E2%80%99t-go-wrong.php Hämtad: 11.2.2015

Gubbi, J & Buyya, R & Marusic, S & Palaniswami M. 2013. *Internet of Things*

(IoT): A vision, architectural elements, and future directions Tillgänglig:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X13000241> Hämtad: 13.3.2015

Ibmcai.com. 2014. *The next phase of the Internet: The Internet of Things*
Tillgänglig: <http://ibmcai.com/2014/06/25/the-next-phase-of-the-internet-the-internet-of-things/> Hämtad: 27.1.2015

Kaizen.com. *What is Kaizen?* Tillgänglig: <http://www.kaizen.com/about-us/definition-of-kaizen.html> Hämtad: 14.2.2015

Kocher, C. 2014. *The Internet of Things: Challenges and Opportunities* Tillgänglig: <http://sandhill.com/article/the-internet-of-things-challenges-and-opportunities/>
Hämtad: 10.2.2015

Leanblitzconsulting.com. 2012. *Toyota Way Principle #3: "Pull" Systems*
Tillgänglig: <http://leanblitzconsulting.com/2012/05/toyota-way-principle-3-pull-systems/> Hämtad: 14.2.2015

Leanmanufacturingtools.org. 7 slöserierna. *The Seven Wastes | 7 Mudas*
Tillgänglig: <http://leanmanufacturingtools.org/77/the-seven-wastes-7-mudas/>
Hämtad: 15.2.2015

Leanmanufacturingtools.org. *Lean Thinking | Lean Principles* Tillgänglig: <http://leanmanufacturingtools.org/39/lean-thinking-lean-principles/> Hämtad
24.2.2015

Lean-timer.com. *Lean Principles* Tillgänglig: <http://lean-timer.com/lean-principles/>
Hämtad: 11.2.2015

Lee, M. 2014. *Internet of Things to Supercharge Lean Manufacturing* Tillgänglig: <http://qualitydeployment.com/internet-of-things-to-supercharge-lean-manufacturing/> Hämtad: 23.2.2015

Logistikanmaailma.fi. *JIT (Just In Time), Lean ja Agile* Tillgänglig: http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/JIT_%28Just_In_Time%29,_Lean_ja_Agile
Hämtad: 9.2.2015

Madia, K. 2014. *The Internet of Things* Tillgänglig:

<http://www.ibmbigdatahub.com/blog/internet-things> Hämtad 4.2.2015

Microsoft. 2014. *Ten reasons your manufacturing business needs a strategy to capitalize on the Internet of Things today* Tillgänglig:

[http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fdownload.microsoft.com%2Fdownload%2F3%2FB%2F4%2F3B42857A-84D1-4492-9698-62BC7D78E5B6%2FCreate the Internet of Your Things Top 10 Benefits manufacturing.pdf&ei=55oGVeehloHOygOzvoDgAQ&usg=AFQjCNEebbfj8Zxxcl5IXvPCp3OcUY3naA](http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fdownload.microsoft.com%2Fdownload%2F3%2FB%2F4%2F3B42857A-84D1-4492-9698-62BC7D78E5B6%2FCreate%20the%20Internet%20of%20Your%20Things%20Top%2010%20Benefits%20manu%20facturing.pdf&ei=55oGVeehloHOygOzvoDgAQ&usg=AFQjCNEebbfj8Zxxcl5IXvPCp3OcUY3naA) Hämtad: 16.3.2015

Mobil.se. 2014. *Internet of Things: Tajming är allt* Tillgänglig:

<http://www.mobil.se/mobilbusiness/mobilize-your-business/internet-of-things-tajming-r-allt> Hämtad: 27.1.2015

Mouser Electronics. 2015. *Wearable Devices and the Internet of Things*

Tillgänglig: <http://fi.mouser.com/applications/article-iot-wearable-devices/> Hämtad: 11.2.2015

Nayak, M. 2014. *How the Internet of Things Is Shaping Our Future* Tillgänglig:

<http://tech.co/internet-of-things-shaping-future-2014-11> Hämtad: 13.3.2015

Perera, C. & Harold Liu, C. & Jayawardena, S. 2015. *The Emerging Internet of Things Marketplace From an Industrial Perspective: A Survey* Tillgänglig:

<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7004800> Hämtad: 11.2.2015

Phakade Pawar, S. *Smart City with Internet of Things (Sensor networks) and Big Data* Tillgänglig:

http://www.academia.edu/5276488/Smart_City_with_Internet_of_Things_Sensor_networks_and_Big_Data Hämtad: 17.2.2015

Piatkowski, M. 2014. *Mobility's Impact on the 4th Industrial Revolution* Tillgänglig:
<http://www.apriso.com/blog/2014/03/mobilitys-impact-on-the-4th-industrial-revolution/> Hämtad: 10.3.2015

Prweb.com. 2013. *Manufacturing Growth Continues but Economy Still a Challenge, According to ASQ Outlook Survey* Tillgänglig:
<http://www.prweb.com/releases/2013/12/prweb11430148.htm> Hämtad: 20.2.2015

Poikolainen, J. 2012. *INTERNET OF THINGS - EMERGENCE OF STANDARDS* Tillgänglig:
<https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/38126/Janne%20Poikolainen.pdf?sequence=1> University of Jyväskylä, department of computer science and information systems, Examensarbete. Hämtad: 28.1.2015

Radigan, D. *A brief introduction to Kanban* Tillgänglig:
<https://www.atlassian.com/agile/kanban> Hämtad: 14.2.2015

Rauker, P. 2014. *The HVAC 'Internet of Things' Revolution* Tillgänglig:
<http://www.chainstoreage.com/article/hvac-%E2%80%99internet-things%E2%80%99-revolution> Hämtad: 6.3.2015

Rouse, M. 2012. *quality function deployment* Tillgänglig:
<http://searchmanufacturingerp.techtarget.com/definition/quality-function-deployment> Hämtad: 9.2.2015

Sellebråten, M. 2014. *Internet of Things: Tajming är allt* Tillgänglig:
<http://www.mobil.se/mobilbusiness/mobilize-your-business/internet-of-things-tajming-r-allt#.VPV1uFc420> Hämtad: 27.1.2015

Sorrell, S. 2014. *Smart Homes ~ It's an Internet of Things Thing* Tillgänglig:
http://www.homeconnectcanada.com/assets/she14_wp.pdf Hämtad 11.2.2015

Vs.inf.ethz.ch. 2010. *From the Internet of Computers*

to the Internet of Things Tillgänglig: <http://www.vs.inf.ethz.ch/publ/papers/Internet-of-things.pdf> Hämtad: 27.1.2015

Wass, F. 2012. *Möjligheter och risker på sakernas internet* Tillgänglig: <http://internetworld.idg.se/2.22603/1.426752/mojligheter-och-risker-pa-sakernas-internet> Hämtad: 16.3.2015

Wmep.org. Värdeflöde. *Get the Most From Value Stream Mapping* Tillgänglig: <http://www.wmep.org/sites/default/files/VSMInfoSheetND.pdf> Hämtad: 11.2.2015

Wmep.org. 5S. *What is the 5S System?* Tillgänglig: <http://www.wmep.org/sites/default/files/5SInfoSheetND.pdf> Hämtad: 15.2.2015

Stackpole, B. 2014. *IoT big data could fine-tune lean manufacturing* Tillgänglig: <http://searchmanufacturingerp.techtarget.com/feature/IoT-big-data-could-fine-tune-lean-manufacturing> Hämtad: 6.3.2015

Switzer-Kruss, C. 2013. *"The Internet of Things" and the Fourth Industrial Revolution* Tillgänglig: <http://www.txmq.com/the-internet-of-things-and-the-fourth-industrial-revolution/> Hämtad: 12.3.2015

Thomas, F. 2014. *Beyond Lean: Adding Intelligence To Unlock The Power Of Smart Pull* Tillgänglig: <http://www.manufacturing.net/articles/2014/10/beyond-lean-adding-intelligence-to-unlock-the-power-of-smart-pull> Hämtad: 10.3.2015

Toyota.com. 2015. *Toyota Production System* Tillgänglig: <http://www.toyota.com.au/toyota/company/operations/toyota-production-system> Hämtad: 9.2.2015

Zarghami, S. 2013. *MIDDLEWARE FOR INTERNET OF THINGS* Tillgänglig: http://essay.utwente.nl/64431/1/final_Thesis-ver2.pdf University of Twente, Examensarbete. Hämtad: 5.2.2015

Figurkällor

Figur 1: IoT nätverk. Hämtad: 27.1.2015. Tillgänglig:

<https://ibmcai.files.wordpress.com/2014/06/iot-network.jpg>

Figur 2: IoT teknologi. Hämtad 24.3.2015. Tillgänglig: [http://images.bit-](http://images.bit-tech.net/news_images/2012/01/internet-of-things-government-cash/article_img.jpg)

[tech.net/news_images/2012/01/internet-of-things-government-cash/article_img.jpg](http://images.bit-tech.net/news_images/2012/01/internet-of-things-government-cash/article_img.jpg)

Figur 3: Funktionella komponenter i ett IoT mellanprogramvarusystem. Hämtad

24.3.2015. Tillgänglig: http://essay.utwente.nl/64431/1/final_Thesis-ver2.pdf

Figur 4: IoT smart hem. Hämtad 24.3.2015. Tillgänglig:

<http://community.cadence.com/CSSharedFiles/blogs/ip/IoT-Home-PPT-Slide--edited.jpg>

Figur 5. Smarta objekt medför smartare beslut. Hämtad 24.3.2015. Tillgänglig:

[https://msdn.microsoft.com/hh852591.GrabsMiller_Figure3_hires\(en-us,MSDN.10\).png](https://msdn.microsoft.com/hh852591.GrabsMiller_Figure3_hires(en-us,MSDN.10).png)

Figur 6: Dynamisk tillverkning. Hämtad 24.3.2015. Tillgänglig: [http://www.kom.tu-](http://www.kom.tu-darmstadt.de/typo3temp/pics/9b62eabffe.jpg)

[darmstadt.de/typo3temp/pics/9b62eabffe.jpg](http://www.kom.tu-darmstadt.de/typo3temp/pics/9b62eabffe.jpg)

Figur 7: Smart tillverkning. Hämtad 24.3.2015. Tillgänglig:

http://www.localgridtech.com/wp-content/uploads/2014/03/smart_mfg_platter-e1421883782596.jpg

Figur 8: Förväntningar på hur IoT kommer att utvecklas. Hämtad 24.3.2015.

Tillgänglig: <http://tech.co/wp-content/uploads/2014/11/Tech-Trigger.jpeg>

Figur 9: IoT delningsområden 2014 och 2018. Hämtad 24.3.2015. Tillgänglig:

<http://www.electronicsspecifier.com/cms/images/Figure%20%20-%20IoT%20semiconductor%20sales%20by%20system%20segments.png>